



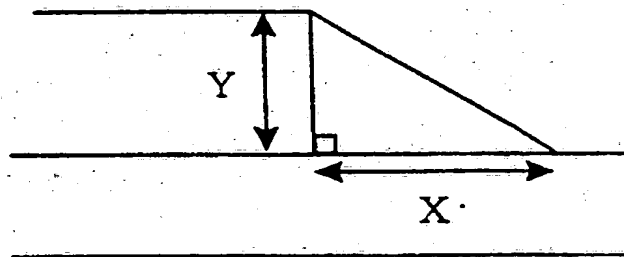
<p>(51) 国際特許分類 H01J 11/00, 9/02</p>	<p>A1</p>	<p>(11) 国際公開番号 WO99/10909</p> <p>(43) 国際公開日 1999年3月4日(04.03.99)</p>
<p>(21) 国際出願番号 PCT/JP98/03825</p> <p>(22) 国際出願日 1998年8月27日(27.08.98)</p> <p>(30) 優先権データ 特願平9/230739 1997年8月27日(27.08.97) JP 特願平10/142842 1998年5月25日(25.05.98) JP 特願平10/146273 1998年5月27日(27.05.98) JP</p> <p>(71) 出願人 (米国を除くすべての指定国について) 東レ株式会社(TORAY INDUSTRIES, INC.)(JP/JP) 〒103-8666 東京都中央区日本橋室町2丁目2番1号 Tokyo, (JP)</p> <p>(72) 発明者 ; および (75) 発明者 / 出願人 (米国についてのみ) 堀内 健(HORIUCHI, Ken)(JP/JP) 〒520-0842 滋賀県大津市園山2丁目10 A8-33 Shiga, (JP) 井口雄一朗(IGUCHI, Yuichiro)(JP/JP) 〒520-2153 滋賀県大津市一里山1丁目24-8 Shiga, (JP) 正木孝樹(MASAKI, Takaki)(JP/JP) 〒520-0865 滋賀県大津市南郷2丁目43-19 Shiga, (JP) 守屋 豪(MORIYA, Go)(JP/JP) 〒520-0105 滋賀県大津市下阪本2丁目15-6 Shiga, (JP)</p>	<p>出口雄吉(DEGUCHI, Yukichi)(JP/JP) 〒520-0052 滋賀県大津市朝日が丘1丁目24-20-208 Shiga, (JP) 有住九分(ARIZUMI, Kiwame)(JP/JP) 〒567-0031 大阪府茨木市春日5丁目2-3-312 Osaka, (JP) 北村義之(KITAMURA, Yoshiyuki)(JP/JP) 〒520-0842 滋賀県大津市園山2丁目13-1 東レ北園寮C424 Shiga, (JP) 谷 義則(TANI, Yoshinori)(JP/JP) 〒520-0842 滋賀県大津市園山2丁目15-1 東レ晴園寮368 Shiga, (JP) 佐久間勇(SAKUMA, Isamu)(JP/JP) 〒520-0843 滋賀県大津市北大路2丁目13-20 Shiga, (JP)</p> <p>(81) 指定国 CN, KR, US, 欧州特許 (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE).</p> <p>添付公開書類 国際調査報告書</p>	

(54) Title: PLASMA DISPLAY AND METHOD FOR MANUFACTURING THE SAME

(54) 発明の名称 プラズマディスプレイおよびその製造方法

(57) Abstract

A plasma display where crosstalk at its end sections is prevented by eliminating the jumping and rising of the end sections of a partition which occurs during firing. The plasma display is characterized in that slope sections are formed at the end sections of a stripe-like partition in the lengthwise direction and the height (Y) and the base length (X) of each of the slope sections are  $0.5 \leq X/Y \leq 100$ . A method for manufacturing such a plasma display comprises the step of forming on a substrate a stripe-like partition pattern having slope sections at the end sections by using paste for partition composed of an inorganic material and an organic component and the step of firing the partition pattern.



(57)要約

隔壁端部の跳ね上がり、盛り上りを防止し、端部での誤放電のないプラズマディスプレイを提供する。さらには、全面に渡って均一な発光特性を有するプラズマディスプレイを提供する。本発明のプラズマディスプレイは大型のテレビやコンピューターモニターに用いることができる。

本発明のプラズマディスプレイは、基板上に誘電体層およびストライプ状隔壁が形成されたプラズマディスプレイであって、該隔壁の長手方向端部に傾斜部を有し、かつ、該傾斜部の高さ（Y）および該傾斜部の底辺の長さ（X）が  $0.5 \leq X/Y \leq 10.0$  の範囲にあることを特徴とする。また、本発明のプラズマディスプレイの製造方法は、無機材料と有機成分からなる隔壁用ペーストを用いて、端部に傾斜部を有するストライプ状隔壁パターンを基板上に形成する工程および該隔壁パターンを焼成する工程を経て、前記のストライプ状隔壁を形成すること

を特徴とする。

PCTに基づいて公開される国際出願のパンフレット第一頁に掲載されたPCT加盟国を同定するために使用されるコード(参考情報)

AL	アルバニア	FI	フィンランド	LK	スリ・ランカ	SI	スロヴェニア
AM	アルメニア	FR	フランス	LR	リベリア	SK	スロヴァキア
AT	オーストリア	GA	ガボン	LS	レソト	SL	シエラ・レオネ
AU	オーストラリア	GB	英国	LT	リトアニア	SN	セネガル
AZ	アゼルバイジャン	GD	グレナダ	LU	ルクセンブルグ	SZ	スワジランド
BA	ボスニア・ヘルツェゴビナ	GE	グルジア	LV	ラトヴィア	TD	チャード
BB	バルバドス	GH	ガーナ	MC	モナコ	TC	タークス
BE	ベルギー	GM	ガンビア	MD	モルドヴァ	TJ	タジキスタン
BF	ブルキナ・ファソ	GN	ギニア	MG	マダガスカル	TM	トルクメニスタン
BG	ブルガリア	GW	ギニア・ビサウ	MK	マケドニア旧ユーゴスラヴィア共和国	TR	トルコ
BJ	ベナン	GR	ギリシャ	ML	マリ	TT	トリニダード・トバゴ
BR	ブラジル	HR	クロアチア	MN	モンゴル	UA	ウクライナ
BY	ベラルーシ	HU	ハンガリー	MR	モーリタニア	UG	ウガンダ
CA	カナダ	ID	インドネシア	MW	マラウイ	US	米国
CF	中央アフリカ	IE	アイルランド	MX	メキシコ	UZ	ウズベキスタン
CG	コンゴ	IL	イスラエル	NE	ニジェール	VN	ヴェトナム
CH	スイス	IN	インド	NL	オランダ	YU	ユーゴスラビア
CI	コートジボアール	IS	アイスランド	NO	ノルウェー	ZW	ジンバブエ
CM	カメルーン	IT	イタリア	NZ	ニュージーランド		
CN	中国	JP	日本	PL	ポーランド		
CU	キューバ	KE	ケニア	PT	ポルトガル		
CY	キプロス	KG	キルギスタン	RO	ルーマニア		
CZ	チェコ	KP	北朝鮮	RU	ロシア		
DE	ドイツ	KR	韓国	SD	スーダン		
DK	デンマーク	KZ	カザフスタン	SE	スウェーデン		
EE	エストニア	LC	セントルシア	SG	シンガポール		
ES	スペイン	LI	リヒテンシュタイン				

## 明細書

## プラズマディスプレイおよびその製造方法

## 技術分野

本発明は、プラズマディスプレイおよびその製造方法に関する。プラズマディスプレイは大型のテレビやコンピューターモニターに用いることができる。

## 背景技術

プラズマディスプレイ（PDP）は液晶パネルに比べて高速の表示が可能であり、かつ大型化が容易であることから、OA機器、広報表示装置などの分野に用いられている。また、高品位テレビジョンの分野などへの進展が非常に期待されている。

このような用途の拡大にともなって、微細で多数の表示セルを有するカラープラズマディスプレイが注目されている。AC方式プラズマディスプレイを例に挙げて説明すると、前面ガラス基板と背面ガラス基板との間に備えられた放電空間内で対抗するアノードおよびカソード電極間にプラズマ放電を生じさせ、上記放電空間内に封入されているガスから発生した紫外線を、放電空間内に設けた蛍光体にあてることにより表示を行うものである。AC方式プラズマディスプレイの簡単な構成図を第1図に示す。この場合、放電の広がりを一定領域に押さえ、表示を規定のセル内で行わせると同時に、かつ均一な放電空間を確保するために隔壁（障壁、リブともいう）が設けられている。AC方式プラズマディスプレイの場合、この隔壁はストライプ状に形成される。

上記の隔壁は、およそ幅 $30 \sim 80 \mu\text{m}$ 、高さ $70 \sim 200 \mu\text{m}$ であるが、通常、前面ガラス基板や背面ガラス基板にガラス粉末を含む絶縁ペーストをスクリーン印刷法で印刷・乾燥し、この印刷・乾燥工程を10数回繰り返して所定の高さに形成する。

特開平1-296534号公報、特開平2-165538号公報、特開平5-342992号公報、特開平6-295676号公報、特開平8-50811号

公報では、隔壁を感光性ペーストを用いてフォトリソグラフィ技術により形成する方法が提案されている。

上記のいずれの方法も、ガラス粉末を含む絶縁ペーストを隔壁パターン形状に形成した後、焼成することにより隔壁を形成する。その際、隔壁の端部が、隔壁の上部と下部の焼成収縮差により、第4図に示されるように下地から剥離して跳ね上がる、または、第5図に示されるように、剥離はしないが、隔壁上部が盛り上がるという問題が生じていた。

この跳ね上がりまたは盛り上がりが隔壁の端部にあると、前面板と背面板を合わせてパネルを形成した際に、背面板の隔壁頂部と前面板の間にギャップが生じる。このギャップにより、放電時にクロストークが発生し、映像に乱れが生じる問題があった。

この対策として、特開平6-150828号公報では隔壁を多層構造にして、上層と下層の組成を変え、下層に上層よりも低融点のガラスを設ける方法が提案されている。また、特開平6-150831号公報では、端部の下地にアンダーガラス層を設ける方法が提案されている。しかしながら、いずれの方法も盛り上がりを防ぐには十分でなかった。また、特開平6-150832号公報では、隔壁端部を階段状にする方法が記載されているが、盛り上がりを防ぐには十分でなかった。

#### 発明の開示

本発明は、端部の跳ね上がりおよび盛り上がりのない高精細プラズマディスプレイおよびその製造方法を提供することを目的とする。また本発明は、誤放電の少ない高精細のプラズマディスプレイおよびその製造方法を提供することを目的とする。なお、本発明におけるプラズマディスプレイとは、隔壁で区切られた放電空間内において放電することにより表示を行うディスプレイを指し、上記のAC方式プラズマディスプレイ以外にも、プラズマアドレス液晶ディスプレイをはじめとする各種放電型ディスプレイを含むものである。

本発明の目的は、基板上に誘電体層およびストライプ状隔壁が形成されたプラズマディスプレイであって、該隔壁の長手方向端部に傾斜部を有し、かつ、該傾

斜部の高さ（Y）および該傾斜部の底辺の長さ（X）が下記の範囲にあることを特徴とするプラズマディスプレイにより達成される。

$$0.5 \leq X/Y \leq 1.00$$

また本発明の目的は、基板上に誘電体層およびストライプ状隔壁が形成されたプラズマディスプレイの製造方法であって、無機材料と有機成分からなる隔壁用ペーストを用いて、端部に傾斜部を有するストライプ状隔壁パターンを基板上に形成する工程および該隔壁パターンを焼成する工程を経て、隔壁の長手方向端部に傾斜部を有し、かつ、該傾斜部の高さ（Y）および該傾斜部の底辺の長さ（X）が下記の範囲にあるストライプ状隔壁を形成することを特徴とするプラズマディスプレイの製造方法により達成される。

$$0.5 \leq X/Y \leq 1.00$$

#### 図面の簡単な説明

第1図はプラズマディスプレイの構造を示す図である。第2図は本発明の隔壁形状を示す側面図である。第3図は従来の隔壁の形状を示す側面図である。第4図は焼成後の隔壁の跳ね上がりの形状を示す側面図である。第5図は盛り上がりの形状を示す側面図である。第6図、第7図および第8図は本発明の隔壁形状の1例を示す側面図である。第9図は隔壁用ペースト塗布膜に形成した傾斜面の1例を示す断面図である。第10図は刃物または砥石の形状とそれにより削られた塗布膜端部の形状との関係を示す断面図である。第11図および第12図は本発明の好ましい製造方法である塗布膜端部を刃物で削ることにより傾斜面を形成する方法の1例である。第13図は本発明の製造方法に好ましく使用される隔壁母型の断面図である。第14図は実施例3で塗布膜端部に傾斜面を形成した隔壁パターンの断面図である。

#### 発明を実施するための最良の形態

本発明のプラズマディスプレイは、隔壁端部に傾斜部を有することが必要である。隔壁端部に傾斜部を有することによって、第2図のように隔壁上部の収縮応力と接着力に起因する応力を緩和させることができ、跳ね上がり、盛り上がりを

防止できる。

隔壁端部に傾斜部を有さない場合は、焼成による収縮の際、第3図のように隔壁下部が下地と接着しているのに対し、上部は収縮が自由にできるため、この収縮応力の差により、跳ね上がる（第4図）または盛り上がる（第5図）という現象が起きると推定される。

傾斜部は(1)直線状、(2)上に凸の曲線、(3)下に凸の曲線および(4)複数の直線を連結したものなど、どのような形状であっても傾斜がついているものならよい。

さらに傾斜部は隔壁の両端部に形成することが、パネル封着時の前面板と背面板間のギャップムラをなくす上で好ましい。

また、傾斜部は第6図のように階段形状と組み合わせてもよい。ただし、傾斜部でない部分の高さは $50\mu\text{m}$ 以下が好ましい。直角部分を有する階段形状は、収縮応力のバランスをとることができないため、高さが高いほど跳ね上がり、または盛り上がりの程度が大きくなる。 $50\mu\text{m}$ 以下であると盛り上がり小さく、2.0インチ以上のパネルを形成した場合、前面板と隔壁が密着し、クロストークが起こりにくくなる。階段形状と傾斜部を組み合わせる場合、傾斜部を隔壁最上部に設けることがより好ましい。傾斜部が最上部にあることによって盛り上がりを解消できる。

前記傾斜部の高さ(Y)と傾斜部の底辺の長さ(X)（第7図）が下記に示される範囲にあることが好ましい。

$$0.5 \leq X/Y \leq 100$$

また、傾斜部の底辺の長さ(X)は $0.05 \sim 50\text{mm}$ であることが好ましい。傾斜部は所望の隔壁高さより低く、画像乱れを生じることから、Xが $50\text{mm}$ を越えると好ましくない。より好ましくは、 $10\text{mm}$ 以下、さらに好ましくは $5\text{mm}$ 以下である。また、 $0.05\text{mm}$ 未満の場合は傾斜部を形成することによる跳ね上がり抑制や盛り上がり抑制に対する効果が少ない。

また、本発明において、隔壁の傾斜部の傾斜角が $0.5 \sim 60$ 度であることが好ましい。傾斜が直線上でない場合には、第8図のように示したように傾斜が最大になる部分の角度を傾斜角とする。傾斜角が $0.5$ 度以下では傾斜部が長くなりすぎるため、パネル設計上好ましくなく、傾斜角が $60$ 度以上では焼成時のハ

ガレを十分抑制できない。また、好ましい範囲としては、20～50度である。

盛り上がり、跳ね上がりは焼成時に起こるため、傾斜部は隔壁焼成前に形成することが好ましい。

隔壁用ペーストの焼成時の収縮率を $r$ とすると焼成収縮は高さ方向には顕著であるが、隔壁長手方向にはほとんど起こらないため、焼成前の傾斜部の高さを $Y'$ 、傾斜部の長さを $X'$ とすると、 $Y = r \times Y'$ 、 $X \approx X'$ となる。従って、焼成後の隔壁形状を本発明の範囲にするためには、焼成前の隔壁パターン端部の好ましい形状は、 $0.5 \leq X' / (Y' \times r) \leq 100$ の範囲である。

この際、焼成前の傾斜部の高さ $Y'$ は、焼成前の隔壁パターン高さの0.2～1倍であることが、隔壁端部の隆起を防止するために効果的である。0.2倍未満では、隔壁上部と下部の焼成収縮応力差を緩和することができず、隆起を防止できない。また、1倍とした場合、傾斜部を形成する工程によっては、基板に設けてある誘電体または電極を傷つけたりすることがあるので、0.9倍以下が好ましい。より好ましくは0.3～0.8倍である。

傾斜部の形状の測定方法は特に限定しないが、光学顕微鏡、走査電子顕微鏡、またはレーザー顕微鏡を用いて測定するのが好ましい。

たとえば、走査電子顕微鏡（HITACHI S-2400）を用いる場合は次のような方法が好ましい。隔壁端部が正確にできるように切断し、観察が可能なサイズに加工する。測定倍率は、傾斜部が視野にはいるところを選ぶ。そして傾斜部と同等の大きさの標準試料で縮尺を校正した後に写真を撮影する。第7図のような方法で $X$ と $Y$ の長さを測定し、縮尺から形状を算出する。

また非破壊で測定を行いたい場合は、レーザーフォーカス変位計（たとえば（株）キーエンス社製 LT-8010）を用いてもよい。この場合も同様に標準試料で校正を行った後、測定を行うのが好ましい。この際、レーザーの測定面が隔壁のストライプ方向と平行になっていることを確認することが、正確な測定をするため好ましい。

本発明のプラズマディスプレイの製造方法においては、無機材料と有機成分からなる隔壁用ペーストを用いて、端部に傾斜部を有するストライプ状隔壁パターンを基板上に形成する工程および該隔壁パターンを焼成する工程を経て、隔壁の

長手方向端部に傾斜部を有するストライプ状隔壁を形成する。隔壁端部に傾斜部を形成する方法は特に限定しないが、以下のような方法を用いることができる。

一つの方法は、隔壁用ガラスペーストを基板上に塗布する際、塗布膜の端部が傾斜面を形成するように塗布し、その塗布膜の傾斜面がストライプ状隔壁パターンの長手方向端部となるように隔壁パターンを形成する方法である。塗布方法は特に限定しないが、スクリーン印刷、ロールコーター、ドクターブレード、口金から吐出するスリットダイコーターを用いるのが好ましい。

隔壁パターン形成方法には、スクリーン印刷法、サンドブラスト法、リフトオフ法、フォトリソグラフィ法などを用いることができる。

特に、隔壁パターンの形成をフォトリソグラフィ法で行う場合は、前記の傾斜面を有する塗布膜を、ストライプ状パターンを有するフォトマスクを通して露光し、現像することによりストライプ状隔壁パターンを形成するが、その際傾斜面を端部とした塗布膜長さより長いストライプ状パターンを有するフォトマスクを通して露光することにより、端部に傾斜部を有するストライプ状隔壁パターンを得ることができる。この方法は後加工を必要とせず、工程をふやすことなく傾斜部を形成できる。

もう一つの方法は、隔壁用ガラスペーストを基板上に塗布した後、塗布膜を加工して傾斜面を形成し、その塗布膜の傾斜面がストライプ状隔壁パターンの長手方向端部となるように隔壁パターンを形成する方法である。

塗布膜を加工して傾斜面を形成する方法はどのような方法でも良いが、塗布膜に流体を噴射し傾斜面を形成することが好ましい。具体的には、まだ完全に乾燥硬化していない流動性の残った塗布膜に流体を噴射して、第9図に示すように傾斜面を形成する。

この方法において用いる流体としては、作業温度において液体または気体であるならば、いかなる物質でもよいが、焼成工程を経た後に、基板上に残留しない物質であり、且つ作業をクリーンに行えるものであることが好ましい。流体はクリーン度の点および回収作業が必要ないことから気体が好ましい。気体の成分は特に限定されないが、コスト面から空気または窒素が好適に用いられる。流体として気体を用いる場合は、まだ完全に乾燥硬化していない流動性の残った塗布膜



に気体を噴射して傾斜面を形成することが好ましい。また、流体として溶媒を用いることも好ましい。流体として溶剤を用いる場合は、乾燥硬化後の塗布膜に溶媒を噴射して傾斜面を形成することにより、精密な加工が可能である。

流体の噴射は、ノズルまたはスリットを用いることが好ましい。ノズルの内径およびスリットの間隙は、それぞれ0.01mm～3mmであることが好ましい。0.01mm未満では、流体噴射の際、必要な流量が得られず、傾斜面を形成できない。3mmを超えると、流体の噴射位置制御が困難となる。

塗布膜を加工して傾斜面を形成する方法としては、機械的に切削して加工する方法もよい。ここでいう切削とは、刃物や砥石またはそれに類するものでの切削、サンドブラストでの切削、レーザー照射による焼きとばし等を含む。切削量は塗布膜の厚さに依存し、塗布膜厚さの10～90%が好ましく、特に50～80%が好ましい。切削量は多すぎると基板を削る恐れがあり、少なすぎると塗布膜厚さムラの影響で切削できない部分が生じる。塗布膜を乾燥硬化後、切削することが、切削による盛り上がりを生じさせないため、好ましい。さらに熱や紫外線でキュア後にこの方法を適用してもよい。フォトリソグラフィ法により塗布膜に紫外線でパターンを露光して、部分的に硬化している部分ができているような場合にも、適用できる。

切削速度については、切削断面の状況を見てきめればよいが、0.05～10m/分が好ましい。

また刃物、砥石などの材料については、セラミック、高速度鋼、超鋼等の切削用材料として用いられるものならすべて適用できる。

塗布膜が感光性ペーストを塗布したものであり、フォトリソグラフィ法により隔壁パターンの形成を行う場合には、露光後、現像前の工程で削ることも好ましい。削りカスが現像工程により洗い流され、簡便に削りカスによる欠点を防止できる。

隔壁パターン形成にリフトオフ法を用いる場合には樹脂型に隔壁用ペーストを充填し、乾燥硬化した後に、樹脂型と隔壁用ペースト塗布膜を同時に切削することが好ましい。同時に切削することにより、隔壁パターンの倒れが防止できる。さらに、削りカスも樹脂型を除去する工程で一緒に除去できるため、欠点防止に

も有利である。リフトオフ法とは、ガラス基板上に感光性樹脂により隔壁パターン之母型として樹脂型を形成し、それに隔壁用ペーストを充填する。続いて、該隔壁用ペーストを乾燥後、樹脂型を除去して隔壁パターンを形成し、該隔壁パターンを焼成することにより隔壁を形成する方法である。

また隔壁パターン形成にサンドブラスト法を用いる場合には、サンドブラストにより不要部分を除去した後に、レジスト層とともに切削してもよい。レジスト層を除去する際に削りカスも同時に除去できるため、欠点防止に有利である。サンドブラスト法とは、隔壁用ペースト塗布膜上にレジスト層を塗布し、該レジスト層を露光、現像することにより隔壁パターンマスクを形成し、サンドブラストによって不要部分を除去することにより隔壁パターンを形成した後、レジスト層を除去し、隔壁パターンを焼成することにより隔壁を形成する方法である。

切削により傾斜面の形成された塗布膜端部の好ましい形状の1例を第10図に示す。傾斜面でない部分の高さを $t_1$ 、塗布膜厚みを $t_2$ 、傾斜面の傾斜角を $\phi$ とすると、 $t_1/t_2 = 0.1 \sim 0.8$ 、 $\phi = 0.1 \sim 60$ 度の範囲が好ましい。そのためには目的の傾斜面形状と一致した形状の成形刃物や砥石など（例えば第10図の破線で示す形状）を使用すれば良い。切削の際には、基板を固定して刃物、砥石などの切削手段を移動させても、切削手段を固定して基板を移動させても良い。刃物を用いた場合、第10図を横から見た図を第11図および第12図に示す。ここでは、刃物を固定して基板を矢印の方向に移動させている。刃物の基板に対する角度は第11図に示すように基板に対して対向するようにしてもよいし、第12図に示すように基板に刃物がかぶるようにしてもよい。塗布膜の特性に合わせて、選択すればよい。どちらの場合も刃物と基板との角度 $\theta$ は $10 \sim 80$ 度、特に $15 \sim 60$ 度が好ましい。

サンドブラストで切削する場合またはレーザーで焼きとばす場合は、サンドブラストの噴射角度やレーザー照射角度が重要となるが、目的の傾斜面形状に合うように角度を設定すればよい。好ましい角度としては上記と同様に $0.1 \sim 60$ 度であることがよい。

また、塗布膜を切削することによって発生する削りカスを強制的に排除することが好ましい。削りカスの強制的な排除は削りカスを吸引して行うことが好まし

い。これによってカスの塗布膜表面への再付着を防ぎ、パネル欠陥の防止になる。なお、吸引に用いる装置の吸引圧力は10～500hPaであることが好ましい。

さらに、膜厚形状が常に一定となるように、塗布膜プロファイルに応じて前記刃物または砥石の塗布膜に対する相対位置を変化させることもよい。対角20インチ以上のガラス基板上に隔壁パターンを形成する場合、基板には数十 $\mu$ mオーダーのうねりが存在する。刃物または砥石と基板の距離を一定にすることにより、誘電体や電極を削ることを防ぎ、欠陥防止になる。

塗布膜を加工して傾斜面をつける手段として、溶剤で溶かして加工してもよい。具体的には、布などに溶剤を含ませて、塗布膜をこすることにより傾斜面を形成する。また、塗布膜にくさび型の判を押して傾斜面を形成してもよい。

特に隔壁パターンの形成をフォトリソグラフィ法で行う場合は、前述と同様に、傾斜面を端部とした塗布膜長さより長いストライプ状パターンを有するフォトマスクを用いることにより、端部に傾斜部を有するストライプ状隔壁パターンを得ることができる。

なお、ここでいう傾斜面を端部とした塗布膜長さとは、傾斜面を終端部とみなした場合の塗布膜長さのことである。塗布膜の加工に際して、形成した傾斜面の外部に、塗布膜の不用な一部（以下、塗布膜残渣と呼ぶ）が残ってしまった場合、この塗布膜残渣は傾斜面を端部とした塗布膜長さには含まれない。塗布膜残渣は現像工程等の後工程で、基板上から取り除かれる。例えば第9図は塗布膜に傾斜面を形成したところであり、図面の向かって左側が塗布膜、右側が塗布膜外部であるが、本発明においては、図面左の点線を塗布膜長さの端部とみなす。また、図面右の点線より右側は、不用な塗布膜残渣である。ここで傾斜面を端部とした塗布膜長さより長く、塗布膜残渣は含まない長さ、すなわち、図面左の点線と右の点線の間にはパターンの端部が存在する長さのフォトマスクを用いることにより、塗布膜残渣は露光されないの、現像時に除去され、端部に傾斜部を有する隔壁パターンのみが得られる。

また、隔壁パターンを形成してから、端部を加工して傾斜部を形成しても良いが、加工のしやすさや工程数を少なくできることから、前記のように傾斜部を形成した後、隔壁パターンを形成する方が好ましい。

隔壁端部に傾斜部を形成する別の方法は、無機材料と有機成分とからなる隔壁用ペーストをストライプ状の溝を形成した隔壁母型に充填する工程、該隔壁母型に充填された隔壁用ペーストを基板上に転写する工程、該隔壁用ペーストを400～600℃で焼成する工程とをこの順で含む方法である。

すなわち、予め隔壁パターンに対応する溝を隔壁母型に形成し、これに隔壁用ガラスペーストを充填し、該ペーストを隔壁母型からガラス基板上に転写して、隔壁パターンを形成する方法である。この方法においては、ガラスペーストを隔壁母型中に充填した後に、ガラス基板上に転写して隔壁パターンを形成するが、転写する際に圧力を加えて転写することによって、転写欠陥が生じにくくなる。また、加熱しながら転写することによって、隔壁母型からのペーストの脱離が容易になる。さらに、ガラスペースト中の有機成分が熱重合する成分を含有する場合、重合収縮による体積変化が生じるため、隔壁型の剥離が容易になる。

この方法においては、隔壁パターンを形成した後、前述のような傾斜面形成方法によって隔壁パターン端部に傾斜部を形成しても良いが、予め隔壁母型に形成する溝の端部に傾斜部を形成しておくこと、後加工の必要が無くなり、工程を増やすことなく傾斜部を形成でき、好ましい。

さらに別の方法は、無機材料と有機成分とからなる隔壁用ペーストを、基板に塗布して塗布膜を形成する工程、該塗布膜にストライプ状の溝を形成した隔壁母型を押し当てて隔壁パターンを形成する工程、該隔壁パターンを400～600℃で焼成する工程とを、この順で含む方法である。

この方法は、隔壁用のガラスペーストを、予めガラス基板の一部もしくは全面に均一塗布し、このペースト塗布層に隔壁母型を押し当てることにより、隔壁パターンを形成する方法である。ガラスペーストをガラス基板に均一に塗布する方法は特に限定されないが、スクリーン印刷法やダイコーダーやロールコーターを用いたコーティング法などが好ましく挙げられる。

この方法においても、前記と同様に、予め隔壁母型に形成する溝の端部に傾斜部を形成しておくことが好ましい。

第13図は上記した各製造方法に好ましく使用される隔壁母型の断面図であり、隔壁母型に形成された溝の長手方向端部に傾斜部を有する。該隔壁母型を構成す

る材料としては、高分子樹脂もしくは金属が好ましく挙げられるが、前者の製造方法においては、シリコーンゴム製の隔壁母型を好ましく用いることができ、また後者の製造方法においては、金属板をパターンエッチングや研磨剤を用いたパターン研削等によって作製した隔壁母型を好ましく用いることができる。

端部に傾斜部を有することに加え、隔壁を多層構成にして、上層より下層に低軟化点ガラスを用いることも、接着力をあげることができるため好ましい。下地との接着力が向上することにより、跳ね上がりが防止できる。

本発明のプラズマディスプレイ用隔壁は、下面幅を $L_b$ 、半値幅を $L_h$ 、上面幅を $L_t$ としたとき、

$$L_t / L_h = 0.65 \sim 1$$

$$L_b / L_h = 1 \sim 2$$

の範囲にあることが好ましい。なお $L_b$ は隔壁底部の幅、 $L_h$ は半値幅（隔壁高さを100としたとき、底面から50の高さの線幅）、 $L_t$ は隔壁上部の幅を示す。

$L_t / L_h$ が1より大きいと、隔壁中央にくびれが生じる形状となり、隔壁のピッチに対する放電空間の割合、すなわち開口率が小さくなるため、輝度が低下する。また蛍光体形成時に塗布ムラすなわち厚みムラや不均一が生じる。また0.65未満では上面が細くなりすぎ、パネル形成時にかかる大気圧に耐える強度が不足し、先端のつぶれが生じやすくなる。 $L_b / L_h$ が1未満では強度が低くなり、隔壁の倒れ、蛇行の原因になるため、好ましくない。また2より大きいと放電空間が減少することにより輝度が低下する。

より好ましくは、 $L_t / L_h = 0.8 \sim 1$ 、 $L_b / L_h = 1 \sim 1.5$ の範囲が、開口率の確保の点からすぐれているため、好ましい。ただし、 $L_t = L_h = L_b$ の場合は、強度が弱くなり、倒れが生じやすくなることから、好ましくない。形状としては、隔壁下面にくびれなどない台形または矩形形状が強度の点から好ましい。

また焼成前の隔壁パターンを上記形状とすることにより、特に基板ガラスや誘電体層との接触面積が広くなり、形状保持性や安定性が向上する。その結果、焼成後の剥がれ、断線が解消される。

本発明における隔壁の気孔率は、隔壁の倒れを防止し、基板との密着性に優れていることから、10%以下が好ましく、3%以下がより好ましい。気孔率(P)は、隔壁材料の真比重を $d_{th}$ 、隔壁の実測密度を $d_{ex}$ としたとき、

$$P = (d_{th} - d_{ex}) / d_{th} \times 100$$

と定義する。

隔壁材料の真比重は次の様ないわゆるアルキメデス法を用いて算出するのが好ましい。隔壁材料を乳鉢を用いて指頭に感じない程度、325メッシュ以下ぐらいまでに粉砕する。そしてJIS-R2205に記載のように真比重を求める。

次に実測密度の測定は隔壁部分を形状を崩さないように削り取り、粉砕を行わないこと以外は上記と同様にしてアルキメデス法を用いて計測を行う。

気孔率が10%より大きいと、密着強度が低下するのに加え、強度の不足、また放電時に気孔から排出されるガス、水分の吸着による輝度低下などの発光特性低下の原因になる。パネルの放電寿命、輝度安定性などの発光特性を考慮すると、さらに好ましくは1%以下がよい。

プラズマディスプレイやプラズマアドレス液晶ディスプレイの隔壁に用いる場合は、ガラス転移点、軟化点の低いガラス基板上にパターン形成するため、隔壁材料として、ガラス転移点が430～500℃、軟化点が470～580℃のガラス材料を用いることが好ましい。ガラス転移点が500℃、軟化点が580℃より高いと、高温で焼成しなければならず、焼成の際に基板に歪みが生じる。またガラス転移点が430℃、軟化点が470℃より低い材料は緻密な隔壁層が得られず、隔壁の剥がれ、断線、蛇行の原因となる。

ガラス転移点、軟化点の測定は次の様にするのが好ましい。示差熱分析(DTA)法を用いて、ガラス試料約100mgを20℃/分で空気中で加熱し、横軸に温度、縦軸に熱量をプロットし、DTA曲線を描く。DTA曲線より、ガラス転移点と軟化点を読みとる。

また、基板ガラスに用いられる一般的な高歪点ガラスの熱膨張係数が $80 \sim 90 \times 10^{-7}/K$ であることから、基板のそり、パネル封着時の割れ防止のためには、50～400℃の熱膨張係数( $\alpha_{50 \sim 400}$ )が $50 \sim 90 \times 10^{-7}/K$ 、さらには、 $60 \sim 90 \times 10^{-7}/K$ のガラス材料を隔壁および誘電体層に用いること

が好ましい。上記の特性を有するガラス材料を用いることによって、隔壁の剥がれや断線を防ぐことができる。

隔壁材料の組成としては、酸化珪素はガラス中に、3～60重量%の範囲で配合することが好ましい。3重量%未満の場合はガラス層の緻密性、強度や安定性が低下し、また熱膨張係数が所望の値から外れ、ガラス基板との不一致が起こりやすい。また60重量%以下にすることによって、熱軟化点が低くなり、ガラス基板への焼き付けが可能になるなどの利点がある。

酸化ホウ素はガラス中に、5～50重量%の範囲で配合することによって、電気絶縁性、強度、熱膨張係数、絶縁層の緻密性などの電気、機械および熱的特性を向上することができる。50重量%を越えるとガラスの安定性が低下する。

酸化リチウム、酸化ナトリウム、酸化カリウムのうち少なくとも1種類を2～15重量%含むガラス粉末を用いることによって、ガラス基板上にパターン加工できる温度特性を有する感光性ペーストを得ることができる。リチウム、ナトリウム、カリウム等のアルカリ金属の酸化物は添加量としては、15重量%以下、好ましくは、15重量%以下にすることによって、ペーストの安定性を向上することができる。

酸化リチウムを含むガラス組成としては、酸化物換算表記で

酸化リチウム	2～15重量%
酸化珪素	15～50重量%
酸化ホウ素	15～40重量%
酸化バリウム	2～15重量%
酸化アルミニウム	6～25重量%

の組成を含有することが好ましい。また、上記組成で、酸化リチウムの代わりに、酸化ナトリウム、酸化カリウムを用いても良いが、ペーストの安定性の点で、酸化リチウムが好ましい。

また、酸化鉛、酸化ビスマス、酸化亜鉛のような金属酸化物と酸化リチウム、酸化ナトリウム、酸化カリウムのようなアルカリ金属酸化物の両方を含有するガラスによって、より低いアルカリ含有量で軟化点や線熱膨張係数のコントロールが容易になる。

基板と隔壁の間に誘電体層を設けると、基板上に直接形成する場合に比べて隔壁の密着性が増大して剥がれが抑制される。

誘電体層の厚みは、 $5 \sim 20 \mu\text{m}$ 、より好ましくは $8 \sim 15 \mu\text{m}$ であることが均一な誘電体層の形成のために好ましい。厚みが $20 \mu\text{m}$ を越えると、焼成の際、脱媒が困難でありクラックが生じやすく、また基板へかかる応力が大きいために基板が反る等の問題が生じる。また、 $5 \mu\text{m}$ 未満では厚みの均一性を保持するのが困難である。

誘電体層用塗布膜上に隔壁パターンを形成した後、隔壁パターンと誘電体層用塗布膜を同時に焼成すると、誘電体層用塗布膜と隔壁パターンの脱バインダーが同時におこるため、隔壁パターンの脱バインダーによる収縮応力が緩和され、剥がれや断線を防止できる。これに対し、まず誘電体層用塗布膜のみを焼成した後、この上に隔壁パターンを形成して焼成する場合、隔壁と誘電体層間の密着不足による焼成の際の剥がれや断線を起こしやすい。また、隔壁パターンと誘電体層用塗布膜を同時に焼成すると、工程数が少なくて済むという利点がある。

同時焼成法の場合、誘電体層用塗布膜を形成した後、膜の硬化を行うと、隔壁パターン形成工程において、該塗布膜が現像液に浸食されないため好ましい。誘電体層用塗布膜を硬化するには、誘電体層用ペーストに感光性のものを用い、ガラス基板上に塗布し、乾燥を行った後、露光を行い、光硬化する方法が簡便で好適に用いられる。

また、熱重合によっても塗布膜を硬化させることができる。この場合は、誘電体層用ペースト中にラジカル重合性モノマーおよびラジカル重合開始剤を添加し、ペーストを塗布後、加熱する方法等がある。

誘電体層用塗布膜の硬化を行わないこともできるが、硬化を行った場合に比べ、隔壁パターン形成工程において、現像液による浸食を受け、誘電体層に亀裂が生じやすい。従って、現像液に非溶解性のポリマーを選択せねばならない。

本発明の誘電体層は、 $50 \sim 400^\circ\text{C}$ の範囲の熱膨張係数 $\alpha_{50 \sim 400}$ の値が、 $70 \sim 85 \times 10^{-7}/\text{K}$ 、より好ましくは $72 \sim 80 \times 10^{-7}/\text{K}$ であるガラスを主成分とすることが、基板ガラスの熱膨張係数と整合し、焼成の際にガラス基板にかかる応力を減らす点で好ましい。主成分とするとは、全成分中に60重量%



以上、好ましくは70重量%以上含まれることをいう。 $8.5 \times 10^{-7}/K$ を越えると、誘電体層の形成面側に基板が反るような応力がかかり、 $7.0 \times 10^{-7}/K$ 未満では誘電体層のない面側に基板が反るような応力がかかる。このため、基板の加熱、冷却を繰り返すと基板が割れる場合がある。また、前面基板との封着の際、基板の反りのために両基板が平行にならず封着できない場合もある。

本発明のプラズマディスプレイ用基板の前記反り量は、基板の曲率半径Rに反比例するので、基板の曲率半径の逆数（ $1/R$ ）によって規定することができる。ここで反り量の正負の値は基板の反る方向を表す。ガラス基板の曲率半径は、種々の方法で測定できるが、表面粗さ計（東京精密社製：サーフコム1500Aなど）を用い、基板面のうねりを測定する方法がもっとも簡便である。得られたうねり曲線の最大偏差H、測定長さLから次式を用いて反り量 $1/R$ を算出できる。

$$1/R = 8H/L^2$$

基板に反りが生じている場合、前面板と背面板の封着の際、隔壁頭部と前面板表面との間に隙間が生じることで、各セル間で誤放電が生じたり、封着時に基板が破損したりする。これらの問題が生じないためには、反り量の絶対値を $3 \times 10^{-3}m^{-1}$ 以下にする必要がある。すなわち、基板の反り量を次式の範囲内にする必要がある。

$$-3 \times 10^{-3}m^{-1} \leq 1/R \leq 3 \times 10^{-3}m^{-1} \quad (R \text{は基板の曲率半径を表す})$$

本発明では、誘電体層中にアルカリ金属を実質的に含有しないことにより焼成時の基板の反りやパネル封着時の割れを防止することができる。本発明で、実質的に含有しないとは、アルカリ金属の含有量が無機材料に対して0.5重量%以下、好ましくは、0.1重量%以下である。熱膨張係数が基板ガラスと整合していても、誘電体中にアルカリ金属、例えばNa（ナトリウム）、Li（リチウム）、K（カリウム）等の含有量が0.5重量%を超える場合は、焼成時にガラス基板や電極中のガラス成分とイオン交換が起こるため、基板の表面部分や誘電体層の熱膨張係数が変化し、誘電体層と基板の熱膨張係数と一致なくなり、基板に引っ張り応力が生じ、基板割れの原因となる。また、アルカリ土類金属も実質的に含まないことがより好ましい。

本発明の誘電体層は、少なくとも2層であることが好ましい。ガラス基板上の

電極上に形成された誘電体層（誘電体層Aと呼ぶ）および誘電体層A上に形成された誘電体層（誘電体層Bと呼ぶ）の2層構造が好ましい。例えば、電極として銀を用いた場合、誘電体層A中の成分と銀イオンやガラス基板上の成分とがイオン交換などの反応を起こし、誘電体層Aが着色するという問題が発生する場合がある。特に誘電体層A中にアルカリ金属およびその酸化物が含有する場合、前記イオン交換反応が顕著に起こり、誘電体層Aが黄色化する場合がある。この問題を解決するために、本発明の誘電体層AおよびBが実質的にアルカリ金属を含まない無機材料であることが好ましい。

本発明の誘電体層には酸化ビスマス、酸化鉛、酸化亜鉛のうち少なくとも1種類、さらに好ましくは酸化ビスマスを10～60重量%含むガラスを用いることによって熱軟化温度、熱膨張係数のコントロールが容易になるため好ましい。特に、酸化ビスマスを10～60重量%含有するガラスを用いることは、ペーストの安定性などの利点がある。酸化ビスマス、酸化鉛、酸化亜鉛の添加量は60重量%を越えるとガラスの耐熱温度が低くなり過ぎてガラス基板上への焼き付けが難しくなる。

具体的なガラス組成の例としては、酸化物換算表記で以下の組成を含むものが挙げられるが、本発明は、このガラス組成に限定されるものではない。

酸化ビスマス	10～60重量%
酸化珪素	3～50重量%
酸化ホウ素	10～40重量%
酸化バリウム	5～20重量%
酸化亜鉛	10～20重量%

本発明の誘電体層中に含有する無機材料としては、酸化チタン、アルミナ、シリカ、チタン酸バリウム、ジルコニア等の白色フィラーが用いられる。ガラスを50～95重量%、フィラーを5～50重量%含有する無機材料が用いられる。フィラーを上記範囲に含有することによって誘電体層の反射率を向上させ、高輝度のプラズマディスプレイが得られる。

本発明の誘電体層は、無機材料粉末と有機バインダーからなる誘電体ペーストをガラス基板上に塗布または積層し、焼成することによって形成できる。誘電体

層用ペーストに用いる無機材料粉末の量は、無機材料粉末と有機成分の和に対して50～95重量%であるのが好ましい。50重量%未満では、誘電体層の緻密性、表面の平坦性が欠如し、95重量%を越えるとペースト粘度が上昇し、塗布時の厚みムラが大きくなる。

本発明の隔壁の作製方法は特に限定しないが、工程が少なく、微細なパターン形成が可能である感光性ペースト法が好ましい。

感光性ペースト法は、ガラス粉末を主成分とする無機材料と感光性を持つ有機成分からなる感光性ペーストを用いて塗布膜を形成し、該塗布膜をフォトマスクを通して露光し、現像することにより、隔壁パターンを形成し、その後該隔壁パターンを焼成して隔壁を得る方法である。

感光性ペースト法に用いる無機材料の量は、無機材料と有機成分の和に対して65～85重量%であるのが好ましい。

65重量%より小さいと、焼成時の収縮率が大きくなり、隔壁の断線、剥がれの原因となるため、好ましくない。また、ペーストとして乾燥が難しくなり、ベタ付きが生じ、印刷特性が低下する。さらにパターン太り、現像時の残膜の発生が起こりやすい。85重量%より大きいと、感光性成分が少ないことにより、隔壁パターン底部まで光硬化せず、パターンの形成性が悪くなりやすい。

この方法を用いる場合には、無機材料として下記のようなガラス粉末を用いることが好ましい。

ガラス粉末中に、酸化アルミニウム、酸化バリウム、酸化カルシウム、酸化マグネシウム、酸化亜鉛、酸化ジルコニウムなど、特に酸化アルミニウム、酸化バリウム、酸化亜鉛を添加することにより、軟化点、熱膨張係数、屈折率を制御することができるが、その含有量は40重量%以下が好ましく、より好ましくは25重量%以下である。

さらに、一般に絶縁体として用いられるガラスは、1.5～1.9程度の屈折率を有しているが、感光性ペースト法を用いる場合、有機成分の平均屈折率がガラス粉末の平均屈折率と大きく異なる場合は、ガラス粉末と有機成分の界面での反射・散乱が大きくなり、精細なパターンが得られない。一般的な有機成分の屈折率は1.45～1.7であるため、ガラス粉末と有機成分の屈折率を整合させ

るためには、ガラス粉末の平均屈折率を1.5～1.7にすることが好ましい。さらにより好ましくは1.5～1.65にするのがよい。

酸化ナトリウム、酸化リチウム、酸化カリウム等のアルカリ金属の酸化物を合計で2～10重量%含有するガラスを用いることによって、軟化点、熱膨張係数のコントロールが容易になるだけでなく、ガラスの平均屈折率を低くすることができるため、有機物との屈折率差を小さくすることが容易になる。2%より小さい時は、軟化点の制御が難しくなる。10%より大きい時は、放電時にアルカリ金属酸化物の蒸発によって輝度低下をもたらす。さらにアルカリ金属の酸化物の添加量はペーストの安定性を向上させるためにも、8重量%より小さいことが好ましく、より好ましくは6重量%以下である。

特に、アルカリ金属の中では酸化リチウムを用いることが、比較的ペーストの安定性を高くすることができるから好ましい。また、酸化カリウムを用いた場合は、比較的少量の添加でも屈折率を制御できる利点がある。

この結果、ガラス基板上に焼き付け可能な軟化点を有し、平均屈折率を1.5～1.7にすることができ、有機成分との屈折率差を小さくすることが容易になる。

酸化ビスマスを含むガラスは軟化点や耐水性向上の点から好ましいが、酸化ビスマスを10重量%以上含むガラスは、屈折率が1.6以上になるものが多い。このため酸化ナトリウム、酸化リチウム、酸化カリウムなどのアルカリ金属の酸化物と酸化ビスマスを併用することによって、軟化点、熱膨張係数、耐水性、屈折率のコントロールが容易になる。

本発明におけるガラス材料の屈折率測定は、感光性ガラスペースト法で露光する光の波長で測定することが効果を確認する上で正確である。特に、350～650nmの範囲の波長の光で測定することが好ましい。さらには、i線(365nm)もしくはg線(436nm)での屈折率測定が好ましい。

本発明の隔壁はコントラストをあげる点で優れていることから、黒色に着色されていてもよい。種々の金属酸化物を添加することによって、焼成後の隔壁を着色することができる。例えば、感光性ペースト中に黒色の金属酸化物を1～10重量%含むことによって、黒色のパターンを形成することができる。

この際に用いる黒色の金属酸化物として、Ru、Cr、Fe、Co、Mn、Cuの酸化物の内、少なくとも1種、好ましくは3種以上を含むことによって、黒色化が可能になる。特に、RuとCuの酸化物をそれぞれ5～20重量%含有することによって、黒色パターンを形成できる。

さらに、黒色以外に、赤、青、緑等に発色する無機顔料を添加したペーストを用いることによって、各色のパターンを形成できる。これらの着色パターンは、プラズマディスプレイのカラーフィルタなどに好適に用いることができる。

隔壁ガラス材料の誘電率はパネルの消費電力、放電寿命に優れている点から周波数1MHz、温度20℃の時に4～10であることが好ましい。4以下にするためには、誘電率が3.8程度である酸化珪素を多く含ませねばならず、ガラス転移点が高くなり、焼成温度が高くなることから、基板歪みの原因となり好ましくない。10以上であると、帯電量の増加による電力のロスが生じ、消費電力の増加を引き起こすため好ましくない。

また、本発明の隔壁の比重は2～3.3であることが好ましい。2以下にするためには、ガラス材料に酸化ナトリウムや酸化カリウムなどのアルカリ金属の酸化物を多く含ませなければならず、放電中に蒸発して放電特性を低下させる要因となるため、好ましくない。3.3以上になると、大画面化した時ディスプレイが重くなったり、自重で基板に歪みを生じたりするので好ましくない。

上記において使用されるガラス粉末粒子径は、作製しようとする隔壁の線幅や高さを考慮して選ばれるが、50体積%粒子径（平均粒子径D50）が1～6μm、最大粒子径サイズが30μm以下、比表面積1.5～4m<sup>2</sup>/gであることが好ましい。より好ましくは10体積%粒子径（D10）0.4～2μm、50体積%粒子径（D50）1.5～6μm、90体積%粒子径（D90）4～15μm、最大粒子径サイズが25μm以下、比表面積1.5～3.5m<sup>2</sup>/gを有していることが好ましい。さらに好ましくはD50が2～3.5μm、比表面積1.5～3m<sup>2</sup>/gである。

ここで、D10、D50、D90は、それぞれ、粒径の小さいガラス粉末から10体積%、50体積%、90体積%のガラスの粒子径である。

上記粒度分布より小さいと比表面積が増えるため、粉末の凝集性があがり、有

機成分内への分散性が下がるため、気泡を巻き込みやすくなる。そのため光散乱が増え、隔壁中央部の太り、底部の硬化不足が生じ、好ましい形状が得られない。また大きいと粉末のかさ密度が下がるため充填性がさがり、感光性有機成分の量が不足し気泡を巻き込みやすくなり、やはり光散乱を起こしやすくなる。

よって粒度分布には最適領域があり、上記のような粒度分布をもったガラス粉末を用いることにより、粉末の充填性が向上し、感光性ペースト中の粉末比率を増加させても気泡を巻き込むことが少なくなり、余分な光散乱が小さいため隔壁パターン形成が維持される。かつ粉末充填比率が高いので焼成収縮率が低くなり、パターン精度が向上し、好ましい隔壁形状が得られる。

粒子径の測定方法は特に限定しないが、レーザー回折・散乱法を用いるのが、簡便に測定できるので好ましい。たとえばマイクロトラック社製、粒度分布計HRA9320-X100を用いた場合の測定条件は下記の通りである。

試料量 : 1 g

分散条件 : 精製水中で1～1.5分間超音波分散、分散しにくい場合は0.2%ヘキサメタリン酸ナトリウム水溶液中で行う。

粒子屈折率 : ガラス種類によって変更（リチウム系1.6、ビスマス系1.88）

溶媒屈折率 : 1.33

測定数 : 2回

本発明の隔壁に軟化点が550～1200℃、さらに好ましくは650～800℃であるフィラーを3～60重量%含ませてもよい。これにより、感光性ペースト法において、パターン形成後の焼成時の収縮率が小さくなり、パターン形成が容易になり、焼成時の形状保持性が向上する。

フィラーとしては、チタニア、アルミナ、チタン酸バリウム、ジルコニアなどのセラミックスや酸化珪素、酸化アルミニウムを15重量%以上含有する高融点ガラス粉末が好ましい。一例としては、以下の組成を含有するガラス粉末を用いることが好ましい。

酸化珪素 : 25～50重量%

酸化ホウ素 : 5～20重量%

酸化アルミニウム：25～50重量%

酸化バリウム：2～10重量%

高融点ガラス粉末をフィラーとして用いる際、母ガラス材料（低融点ガラス）との屈折率差が大きいと有機成分との整合が困難になり、パターン形成性が悪くなる。

そこで、低融点ガラス粉末の平均屈折率 $N_1$ 、高融点ガラス粉末の平均屈折率 $N_2$ が、次の範囲にあることによって、有機成分との屈折率整合が容易になる。

$$-0.05 \leq N_1 - N_2 \leq 0.05$$

無機粉末の屈折率のばらつきが小さいことも光散乱低減には重要なことである。屈折率のばらつきが $\pm 0.05$ である（無機粉末の95体積%以上が平均屈折率 $N_1 \pm 0.05$ の範囲に入っている）ことが、光散乱低減には好ましい。

用いるフィラーの粒子径としては、平均粒子径 $1 \sim 6 \mu\text{m}$ のものが好ましい。また、 $D_{10}$ （10体積%粒子径） $0.4 \sim 2 \mu\text{m}$ 、 $D_{50}$ （50体積%粒子径） $1 \sim 3 \mu\text{m}$ 、 $D_{90}$ （90体積%粒子径） $3 \sim 8 \mu\text{m}$ 、最大粒子サイズ： $10 \mu\text{m}$ 以下の粒度分布を有するものを使用することがパターン形成を行う上で好ましい。

さらにより好ましくは $D_{90}$ は $3 \sim 5 \mu\text{m}$ 、最大粒子サイズ $5 \mu\text{m}$ 以下が好ましい。 $D_{90}$ が $3 \sim 5 \mu\text{m}$ の細かい粉末であることが、焼成収縮率を低くすることができ、かつ気孔率が低い隔壁を作製する点で優れていることから好ましい。また隔壁上部の長手方向の凹凸を $\pm 2 \mu\text{m}$ 以下にすることが可能となる。フィラーに大きい粒径の粉末を用いると、気孔率が上昇するばかりでなく、隔壁上部の凹凸が大きくなり、誤放電を引き起こすことから好ましくない。

ガラスペースト中に含まれる有機成分としては、エチルセルローズに代表されるセルローズ化合物、ポリイソブチルメタクリレートに代表されるアクリルポリマーなどを用いることができる。また、ポリビニルアルコール、ポリビニルブチラール、メタクリル酸エステル重合体、アクリル酸エステル重合体、アクリル酸エステル-メタクリル酸エステル共重合体、 $\alpha$ -メチルスチレン重合体、ブチルメタクリレート樹脂などがあげられる。

その他、ガラスペーストには、必要に応じて各種添加剤を添加することができ、

粘度を調整したい場合は、有機溶媒を加えてもよい。このとき使用される有機溶媒としては、メチルセロソルブ、エチルセロソルブ、ブチルセロソルブ、メチルエチルケトン、ジオキサン、アセトン、シクロヘキサノン、シクロペンタノン、イソブチルアルコール、イソプロピルアルコール、テトラヒドロフラン、ジメチルスルフォキシド、γ-ブチロラクトン、ブロモベンゼン、クロロベンゼン、ジブロモベンゼン、ジクロロベンゼン、ブロモ安息香酸、クロロ安息香酸、テルピネオールなどやこれらのうちの1種以上を含有する有機溶媒混合物が用いられる。

また、隔壁形成法として感光性ペースト法を用いる場合には、下記のような有機成分が用いられる。

有機成分は、感光性モノマー、感光性オリゴマー、感光性ポリマーのうち少なくとも1種類から選ばれる感光性成分を含有し、さらに必要に応じて、バインダー、光重合開始剤、紫外線吸収剤、増感剤、増感助剤、重合禁止剤、可塑剤、増粘剤、有機溶媒、酸化防止剤、分散剤、有機あるいは無機の沈殿防止剤などの添加剤成分を加えることも行われる。

感光性成分としては、光不溶化型のものと光可溶化型のものがあり、光不溶化型のものとして、

- (A) 分子内に不飽和基などを1つ以上有する官能性のモノマー、オリゴマー、ポリマーを含有するもの
- (B) 芳香族ジアゾ化合物、芳香族アジド化合物、有機ハロゲン化合物などの感光性化合物を含有するもの
- (C) ジアゾ系アミンとホルムアルデヒドとの縮合物などいわゆるジアゾ樹脂といわれるもの等がある。

また、光可溶型のものとしては、

- (D) ジアゾ化合物の無機塩や有機酸とのコンプレックス、キノンジアゾ類を含有するもの
- (E) キノンジアゾ類を適当なポリマーバインダーと結合させた、例えばフェノール、ノボラック樹脂のナフトキノン-1, 2-ジアジド-5-スルホン酸エステル等がある。

本発明において用いる感光性成分は、上記のすべてのものを用いることができ



る。感光性ペーストとして、無機微粒子と混合して簡便に用いることができる感光性成分は、(A)のものが好ましい。

感光性モノマーとしては、炭素-炭素不飽和結合を含有する化合物で、その具体的な例として、メチルアクリレート、エチルアクリレート、*n*-プロピルアクリレート、イソプロピルアクリレート、*n*-ブチルアクリレート、*sec*-ブチルアクリレート、*sec*-ブチルアクリレート、イソブチルアクリレート、*tert*-ブチルアクリレート、*n*-ペンチルアクリレート、アリルアクリレート、ベンジルアクリレート、ブトキシエチルアクリレート、ブトキシトリエチレングリコールアクリレート、シクロヘキシルアクリレート、ジシクロペンタニルアクリレート、ジシクロペンテニルアクリレート、2-エチルヘキシルアクリレート、グリセロールアクリレート、グリシジルアクリレート、ヘプタデカフロロデシルアクリレート、2-ヒドロキシエチルアクリレート、イソボニルアクリレート、2-ヒドロキシプロピルアクリレート、イソデシルアクリレート、イソオクチルアクリレート、ラウリルアクリレート、2-メトキシエチルアクリレート、メトキシエチレングリコールアクリレート、メトキシジエチレングリコールアクリレート、オクタフロロペンチルアクリレート、フェノキシエチルアクリレート、ステアリルアクリレート、トリフロロエチルアクリレート、アリル化シクロヘキシルジアクリレート、1,4-ブタンジオールジアクリレート、1,3-ブチレングリコールジアクリレート、エチレングリコールジアクリレート、ジエチレングリコールジアクリレート、トリエチレングリコールジアクリレート、ポリエチレングリコールジアクリレート、ジペンタエリスリトールヘキサアクリレート、ジペンタエリスリトールモノヒドロキシペンタアクリレート、ジトリメチロールプロパンテトラアクリレート、グリセロールジアクリレート、メトキシ化シクロヘキシルジアクリレート、ネオペンチルグリコールジアクリレート、プロピレングリコールジアクリレート、ポリプロピレングリコールジアクリレート、トリグリセロールジアクリレート、トリメチロールプロパントリアクリレート、アクリルアミド、アミノエチルアクリレート、フェニルアクリレート、フェノキシエチルアクリレート、ベンジルアクリレート、1-ナフチルアクリレート、2-ナフチルアクリレート、ビスフェノールAジアクリレート、ビスフェノールA-エチレ

ンオキサイド付加物のジアクリレート、ビスフェノールA-プロピレンオキサイド付加物のジアクリレート、チオフェノールアクリレート、ベンジルメルカプタンアクリレート等のアクリレート、また、これらの芳香環の水素原子のうち、1～5個を塩素または臭素原子に置換したモノマー、もしくは、スチレン、p-メチルスチレン、o-メチルスチレン、m-メチルスチレン、塩素化スチレン、臭素化スチレン、 $\alpha$ -メチルスチレン、塩素化 $\alpha$ -メチルスチレン、臭素化 $\alpha$ -メチルスチレン、クロロメチルスチレン、ヒドロキシメチルスチレン、カルボキシメチルスチレン、ビニルナフタレン、ビニルアントラセン、ビニルカルバゾール、および、上記化合物の分子内のアクリレートを一部もしくはすべてをメタクリレートに変えたもの、 $\gamma$ -メタクリロキシプロピルトリメトキシシラン、1-ビニル-2-ピロリドンなどが挙げられる。本発明ではこれらを1種または2種以上使用することができる。

これら以外に、不飽和カルボン酸等の不飽和酸を加えることによって、感光後の現像性を向上することができる。不飽和カルボン酸の具体的な例としては、アクリル酸、メタアクリル酸、イタコン酸、クロトン酸、マレイン酸、フマル酸、ビニル酢酸、またはこれらの酸無水物などがあげられる。

これらモノマーの含有率は、ガラス粉末と感光性成分の和に対して、5～30重量%が好ましい。これ以外の範囲では、パターンの形成性の悪化、硬化後の硬度不足が発生するため好ましくない。

バインダーとしては、ポリビニルアルコール、ポリビニルブチラール、メタクリル酸エステル重合体、アクリル酸エステル重合体、アクリル酸エステル-メタクリル酸エステル共重合体、 $\alpha$ -メチルスチレン重合体、ブチルメタクリレート樹脂などがあげられる。

また、前述の炭素-炭素二重結合を有する化合物のうち少なくとも1種類を重合して得られたオリゴマーやポリマーを用いることができる。重合する際に、これら光反応性モノマーの含有率が、10重量%以上、さらに好ましくは35重量%以上になるように、他の感光性のモノマーと共重合することができる。

共重合するモノマーとしては、不飽和カルボン酸等の不飽和酸を共重合することによって、感光後の現像性を向上することができる。不飽和カルボン酸の具体

的な例としては、アクリル酸、メタアクリル酸、イタコン酸、クロトン酸、マレイン酸、フマル酸、ビニル酢酸、またはこれらの酸無水物などがあげられる。

こうして得られた側鎖にカルボキシル基等の酸性基を有するポリマーもしくはオリゴマーの酸価(AV)は30~150、さらには70~120の範囲が好ましい。酸価が30未満であると、未露光部の現像液に対する溶解性が低下するため現像液濃度を濃くすると露光部まで剥がれが発生し、高精細なパターンが得られにくい。また、酸価が150を越えると現像許容幅が狭くなる。

現像性を不飽和酸等のモノマーで付与する場合は、ポリマーの酸価値は50以下にすることによりガラス粉末とポリマーの反応によるゲル化を抑制できることから好ましい。

以上示した、ポリマーもしくはオリゴマーに対して、光反応性基を側鎖または分子末端に付加させることによって、感光性を持つ感光性ポリマーや感光性オリゴマーとして用いることができる。好ましい光反応性基は、エチレン性不飽和基を有するものである。エチレン性不飽和基としては、ビニル基、アリル基、アクリル基、メタクリル基などがあげられる。

このような側鎖をオリゴマーやポリマーに付加させる方法は、ポリマー中のメルカプト基、アミノ基、水酸基やカルボキシル基に対して、グリシジル基やイソシアネート基を有するエチレン性不飽和化合物やアクリル酸クロライド、メタクリル酸クロライドまたはアリルクロライドを付加反応させて作る方法がある。

グリシジル基を有するエチレン性不飽和化合物としては、アクリル酸グリシジル、メタクリル酸グリシジル、アリルグリシジリエーテル、エチルアクリル酸グリシジル、クロトニルグリシジリエーテル、クロトン酸グリシジリエーテル、イソクロトン酸グリシジリエーテルなどがあげられる。

イソシアネート基を有するエチレン性不飽和化合物としては、(メタ)アクリロイルイソシアネート、(メタ)アクリロイルエチルイソシアネート等がある。

また、グリシジル基やイソシアネート基を有するエチレン性不飽和化合物やアクリル酸クロライド、メタクリル酸クロライドまたはアリルクロライドは、ポリマー中のメルカプト基、アミノ基、水酸基やカルボキシル基に対して0.05~1モル当量付加させることが好ましい。

感光性ガラスペースト中の感光性ポリマー、感光性オリゴマーおよびバインダーからなるポリマー成分の量としては、パターン形成性、焼成後の収縮率の点で優れていることから、ガラス粉末と感光性成分の和に対して、5～30重量%であることが好ましい。この範囲外では、パターン形成が不可能もしくは、パターンの太りがでるため好ましくない。

光重合開始剤としての具体的な例として、ベンゾフェノン、*o*-ベンゾイル安息香酸メチル、4,4-ビス(ジメチルアミノ)ベンゾフェノン、4,4-ビス(ジエチルアミノ)ベンゾフェノン、4,4-ジクロロベンゾフェノン、4-ベンゾイル-4-メチルジフェニルケトン、ジベンジルケトン、フルオレノン、2,2-ジエトキシアセトフェノン、2,2-ジメトキシ-2-フェニル-2-フェニルアセトフェノン、2-ヒドロキシ-2-メチルプロピオフェノン、*p*-*t*-ブチルジクロロアセトフェノン、チオキサントン、2-メチルチオキサントン、2-クロロチオキサントン、2-イソプロピルチオキサントン、ジエチルチオキサントン、ベンジルジメチルケタノール、ベンジルメトキシエチルアセタール、ベンゾイン、ベンゾインメチルエーテル、ベンゾインブチルエーテル、アントラキノン、2-*t*-ブチルアントラキノン、2-アミルアントラキノン、 $\beta$ -クロルアントラキノン、アントロン、ベンズアントロン、ジベンゾスベロン、メチレンアントロン、4-アジドベンザルアセトフェノン、2,6-ビス(*p*-アジドベンジリデン)シクロヘキサノン、2,6-ビス(*p*-アジドベンジリデン)-4-メチルシクロヘキサノン、2-フェニル-1,2-ブタジオン-2-(*o*-エトキシカルボニル)オキシム、1-フェニル-プロパンジオン-2-(*o*-エトキシカルボニル)オキシム、1,3-ジフェニル-プロパントリオン-2-(*o*-エトキシカルボニル)オキシム、1-フェニル-3-エトキシ-プロパントリオン-2-(*o*-ベンゾイル)オキシム、ミヒラーケトン、2-メチル-[4-(メチルチオ)フェニル]-2-モルフォリノ-1-プロパノン、2-ベンジル-2-ジメチルアミノ-1-(4-モルフォリノフェニル)ブタノン-1、ナフタレンスルホンルクロライド、キノリンスルホンルクロライド、*N*-フェニルチオアクリドン、4,4-アゾビスイソブチロニトリル、ジフェニルジスルフィド、ベンズチアゾールジスルフィド、トリフェニルホスフィン、カンファーキ

ノン、四臭素化炭素、トリブロモフェニルスルホン、過酸化ベンゾインおよびエオシン、メチレンブルーなどの光還元性の色素とアスコルビン酸、トリエタノールアミンなどの還元剤の組み合わせなどがあげられる。本発明ではこれらを1種または2種以上使用することができる。

光重合開始剤は、感光性成分に対し、0.05～20重量%の範囲で添加され、より好ましくは、0.1～15重量%である。重合開始剤の量が少なすぎると、光感度が不良となり、光重合開始剤の量が多すぎれば、露光部の残存率が小さくなりすぎるおそれがある。

紫外線吸収剤を添加することも有効である。紫外線吸収効果の高い化合物を添加することによって高アスペクト比、高精細、高解像度が得られる。紫外線吸収剤としては有機系染料からなるもの、中でも350～450nmの波長範囲で高UV吸収係数を有する有機系染料が好ましく用いられる。具体的には、アゾ系染料、アミノケトン系染料、キサンテン系染料、キノリン系染料、アントラキノン系、ベンゾフェノン系、ジフェニルシアノアクリレート系、トリアジン系、p-アミノ安息香酸系染料などが使用できる。有機系染料は吸光剤として添加した場合にも、焼成後の絶縁膜中に残存しないで吸光剤による絶縁膜特性の低下を少なくできるので好ましい。これらの中でもアゾ系およびベンゾフェノン系染料が好ましい。

有機染料の添加量はガラス粉末に対して0.05～1重量部が好ましい。0.05重量%以下では紫外線吸光剤の添加効果が低く、1重量%を越えると焼成後の絶縁膜特性が低下するので好ましくない。より好ましくは0.1～0.18重量%である。

有機染料からなる紫外線吸光剤の添加方法の一例を上げる。有機染料を予め有機溶媒に溶解した溶液を作製し、それをペースト作製時に混練する。あるいは、該有機染料溶液中にガラス微粒子を混合後、乾燥する方法もある。この方法によってガラス微粒子の個々の粒子表面に有機染料の膜をコートしたいわゆるカプセル状の微粒子が作製できる。

本発明において、無機微粒子に含まれるCa、Fe、Mn、Co、Mgなどの金属および酸化物がペースト中に含有する感光性成分と反応してペーストが短時

間でゲル化し、塗布できなくなる場合がある。このような反応を防止するために安定化剤を添加してゲル化を防止することが好ましい。用いる安定化剤としては、トリアゾール化合物が好ましく用いられる。トリアゾール化合物としては、ベンゾトリアゾール誘導体が好ましく用いられる。この中でも特にベンゾトリアゾールが有効に作用する。本発明において使用されるベンゾトリアゾールによるガラス微粒子の表面処理の一例を上げると、無機微粒子に対して所定の量のベンゾトリアゾールを酢酸メチル、酢酸エチル、エチルアルコール、メチルアルコールなどの有機溶媒に溶解した後、これら微粒子が十分に浸すことができるように溶液中に1～24時間浸漬する。浸漬後、好ましくは20～30℃で自然乾燥して溶媒を蒸発させてトリアゾール処理を行った微粒子を作製する。使用される安定化剤の割合（安定化剤／無機微粒子）は0.05～5重量%が好ましい。

増感剤は、感度を向上させるために添加される。増感剤の具体例としては、2,4-ジエチルチオキサントン、イソプロピルチオキサントン、2,3-ビス（4-ジエチルアミノベンザル）シクロペンタノン、2,6-ビス（4-ジメチルアミノベンザル）シクロヘキサノン、2,6-ビス（4-ジメチルアミノベンザル）-4-メチルシクロヘキサノン、ミヒラーケトン、4,4-ビス（ジエチルアミノ）-ベンゾフェノン、4,4-ビス（ジメチルアミノ）カルコン、4,4-ビス（ジエチルアミノ）カルコン、p-ジメチルアミノシンナミリデンインダノン、p-ジメチルアミノベンジリデンインダノン、2-（p-ジメチルアミノフェニルビニレン）-イソナフトチアゾール、1,3-ビス（4-ジメチルアミノベンザル）アセトン、1,3-カルボニル-ビス（4-ジエチルアミノベンザル）アセトン、3,3-カルボニル-ビス（7-ジエチルアミノクマリン）、N-フェニル-N-エチルエタノールアミン、N-フェニルエタノールアミン、N-トリルジエタノールアミン、N-フェニルエタノールアミン、ジメチルアミノ安息香酸イソアミル、ジエチルアミノ安息香酸イソアミル、3-フェニル-5-ベンゾイルチオテトラゾール、1-フェニル-5-エトキシカルボニルチオテトラゾールなどがあげられる。本発明ではこれらを1種または2種以上使用することができる。なお、増感剤の中には光重合開始剤としても使用できるものがある。増感剤を本発明の感光性ペーストに添加する場合、その添加量は感光性成分に対して

通常 0.05～1.0 重量%、より好ましくは 0.1～1.0 重量%である。増感剤の量が少なすぎれば光感度を向上させる効果が発揮されず、増感剤の量が多すぎれば露光部の残存率が小さくなりすぎるおそれがある。

また、増感剤は、露光波長に吸収を有しているものが用いられる、この場合、吸収波長近傍では屈折率が極端に高くなるため、増感剤を多量に添加することによって、有機成分の屈折率を向上することができる。この場合の増感剤の添加量は 3～1.0 重量%添加することができる。

重合禁止剤は、保存時の熱安定性を向上させるために添加される。重合禁止剤の具体的な例としては、ヒドロキノン、ヒドロキノンのモノエステル化物、N-ニトロソジフェニルアミン、フェノチアジン、p-t-ブチルカテコール、N-フェニルナフチルアミン、2,6-ジ-t-ブチル-p-メチルフェノール、クロラニール、ピロガロールなどが挙げられる。

また添加することにより、光硬化反応のしきい値をあげ、パターン線幅の縮小化、ギャップに対するパターン上部の太りがなくなる。

その添加量は、感光性ペースト中に、通常、0.01～1 重量%である。0.01 重量%より小さいと添加効果がでにくく、1 重量%より多く添加すると、感度が低下するため、パターン形成するための露光量が多く必要になる。

可塑剤の具体的な例としては、ジブチルフタレート、ジオクチルフタレート、ポリエチレングリコール、グリセリンなどがあげられる。

酸化防止剤は、保存時におけるアクリル系共重合体の酸化を防ぐために添加される。酸化防止剤の具体的な例として 2,6-ジ-t-ブチル-p-クレゾール、ブチル化ヒドロキシアニソール、2,6-ジ-t-4-エチルフェノール、2,2-メチレン-ビス-(4-メチル-6-t-ブチルフェノール)、2,2-メチレン-ビス-(4-エチル-6-t-ブチルフェノール)、4,4-ビス-(3-メチル-6-t-ブチルフェノール)、1,1,3-トリス-(2-メチル-6-t-ブチルフェノール)、1,1,3-トリス-(2-メチル-4-ヒドロキシ-t-ブチルフェニル)ブタン、ビス[3,3-ビス-(4-ヒドロキシ-3-t-ブチルフェニル)ブチリックアシッド]グリコールエステル、ジラウリルチオジプロピオナート、トリフェニルホスファイトなどが挙げられる。酸

化防止剤を添加する場合、その添加量は通常、添加量は、ペースト中に、通常、0.01～1重量%である。

本発明の感光性ペーストには、溶液の粘度を調整したい場合、有機溶媒を加えてもよい。このとき使用される有機溶媒としては、メチルセロソルブ、エチルセロソルブ、ブチルセロソルブ、メチルエチルケトン、ジオキサン、アセトン、シクロヘキサノン、シクロペンタノン、イソブチルアルコール、イソプロピルアルコール、テトラヒドロフラン、ジメチルスルフォキシド、γ-ブチロラクトン、ブromoベンゼン、クロロベンゼン、ジブromoベンゼン、ジクロロベンゼン、ブromo安息香酸、クロロ安息香酸などやこれらのうちの1種以上を含有する有機溶媒混合物が用いられる。

有機成分の屈折率とは、露光により感光性成分を感光させる時点におけるペースト中の有機成分の屈折率のことである。つまり、ペーストを塗布し、乾燥工程後に露光を行う場合は、乾燥工程後のペースト中の有機成分の屈折率のことである。例えば、ペーストをガラス基板上に塗布した後、50～100℃で1～30分乾燥して屈折率を測定する方法などがある。

本発明における屈折率の測定は、一般的に行われるエリプソメトリー法やVブロック法が好ましく、測定は露光する光の波長で行うことが効果を確認する上で正確である。特に、350～650nmの範囲中の波長の光で測定することが好ましい。さらには、i線(365nm)もしくはg線(436nm)での屈折率測定が好ましい。

また、有機成分が光照射によって重合した後の屈折率を測定するためには、ペースト中に対して光照射する場合と同様の光を有機成分のみに照射することによって測定できる。

感光性ペーストは、通常、無機微粒子、紫外線吸光剤、感光性ポリマー、感光性モノマー、光重合開始剤、ガラスフリットおよび溶媒等の各種成分を所定の組成となるように調合した後、3本ローラや混練機で均質に混合分散し作製する。

ペーストの粘度は無機微粒子、増粘剤、有機溶媒、可塑剤および沈殿防止剤などの添加割合によって適宜調整されるが、その範囲は2000～20万cps(センチ・ポイズ)である。例えばガラス基板への塗布をスピンコート法で行う



場合は、200～5000 cps が好ましい。スクリーン印刷法で1回塗布して膜厚10～20  $\mu\text{m}$ を得るには、1万～10万 cps が好ましい。

次に、感光性ペーストを用いてパターン加工を行う一例について説明するが、本発明はこれに限定されない。

ガラス基板やセラミックスの基板、もしくは、ポリマー製フィルムの上に、感光性ペーストを全面塗布、もしくは部分的に塗布する。塗布方法としては、スクリーン印刷、バーコーター、ロールコーター、ダイコーター、ブレードコーター等の方法を用いることができる。塗布厚みは、塗布回数、スクリーンのメッシュ、ペーストの粘度を選ぶことによって調整できる。

ここでペーストを基板上に塗布する場合、基板と塗布膜との密着性を高めるために基板の表面処理を行うことができる。表面処理液としてはシランカップリング剤、例えばビニルトリクロロシラン、ビニルトリメトキシシラン、ビニルトリエトキシシラン、トリスー（2-メトキシエトキシ）ビニルシラン、 $\gamma$ -グリシドキシプロピルトリメトキシシラン、 $\gamma$ -（メタクリロキシプロピル）トリメトキシシラン、 $\gamma$ -（2-アミノエチル）アミノプロピルトリメトキシシラン、 $\gamma$ -クロロプロピルトリメトキシシラン、 $\gamma$ -メルカプトプロピルトリメトキシシラン、 $\gamma$ -アミノプロピルトリエトキシシランなどあるいは有機金属例えば有機チタン、有機アルミニウム、有機ジルコニウムなどである。シランカップリング剤あるいは有機金属を有機溶媒、例えばエチレングリコールモノメチルエーテル、エチレングリコールモノエチルエーテル、メチルアルコール、エチルアルコール、プロピルアルコール、ブチルアルコールなどで0.1～5%の濃度に希釈したものを用いる。次にこの表面処理液をスピナーなどで基板上に均一に塗布した後に80～140℃で10～60分間乾燥することによって表面処理ができる。

また、フィルム上に塗布した場合、フィルム上で乾燥を行った後、次の露光工程を行う場合と、ガラスやセラミックスの基板上に貼り付けた後、露光工程を行う方法がある。

塗布した後、露光装置を用いて露光を行う。露光は通常のフォトリソグラフィで行われるように、フォトマスクを用いてマスク露光する方法が一般的である。用いるマスクは、感光性有機成分の種類によって、ネガ型もしくはポジ型のどち

らかを選定する。また、フォトマスクを用いずに、赤色や青色のレーザー光などで直接描画する方法を用いても良い。

露光装置としては、ステッパー露光機、プロキシミティ露光機等を用いることができる。また、大面積の露光を行う場合は、ガラス基板などの基板上に感光性ペーストを塗布した後に、搬送しながら露光を行うことによって、小さな露光面積の露光機で、大きな面積を露光することができる。

この際使用される活性光源は、たとえば、可視光線、近紫外線、紫外線、電子線、X線、レーザー光などが挙げられるが、これらの中で紫外線が好ましく、その光源としてはたとえば低圧水銀灯、高圧水銀灯、超高圧水銀灯、ハロゲンランプ、殺菌灯などが使用できる。これらのなかでも超高圧水銀灯が好適である。露光条件は塗布厚みによって異なるが、 $3 \sim 50 \text{ mW/cm}^2$  の出力の超高圧水銀灯を用いて20秒～30分間露光を行う。

露光後、感光部分と非感光部分の現像液に対する溶解度差を利用して、現像を行うが、この場合、浸漬法、シャワー法、スプレー法、ブラシ法で行う。

用いる現像液は、感光性ペースト中の有機成分が溶解可能である有機溶媒を使用できる。また該有機溶媒にその溶解力が失われない範囲で水を添加してもよい。感光性ペースト中にカルボキシル基等の酸性基を持つ化合物が存在する場合、アルカリ水溶液で現像できる。アルカリ水溶液として水酸化ナトリウムや炭酸ナトリウム、水酸化カルシウム水溶液などのような金属アルカリ水溶液を使用できるが、有機アルカリ水溶液を用いた方が焼成時にアルカリ成分を除去しやすいので好ましい。

有機アルカリとしては、アミン化合物を用いることができる。具体的には、テトラメチルアンモニウムヒドロキサイド、トリメチルベンジルアンモニウムヒドロキサイド、モノエタノールアミン、ジエタノールアミンなどが挙げられる。アルカリ水溶液の濃度は通常0.01～10重量%、より好ましくは0.1～5重量%である。アルカリ濃度が低すぎると可溶部が除去されず、アルカリ濃度が高すぎると、パターン部を剥離させ、また非可溶部を腐食させるおそれがあり好ましくない。また、現像時の現像温度は、20～50℃で行うことが工程管理上好ましい。

次に焼成炉にて焼成を行う。焼成雰囲気や、温度はペーストや基板の種類によって異なるが、空气中、窒素、水素等の雰囲気中で焼成する。焼成炉としては、バッチ式の焼成炉やベルト式の連続型焼成炉を用いることができる。

ガラス基板上にパターン加工する場合は、昇温速度  $200 \sim 400^{\circ}\text{C}/\text{時間}$  で  $540 \sim 610^{\circ}\text{C}$  の温度で  $10 \sim 60$  分間保持して焼成を行う。なお焼成温度は用いるガラス粉末によって決まるが、パターン形成後の形が崩れず、かつガラス粉末の形状が残らない適正な温度で焼成するのが好ましい。

適正温度より低いと、気孔率、隔壁上部の凹凸が大きくなり、放電寿命が短くなったり、誤放電を起こしやすくなったりするため好ましくない。

また適正温度より高いとパターン形成時の形状が崩れ、隔壁上部が丸くなったり、極端に高さが低くなり、所望の高さが得られないため、好ましくない。

また、以上の塗布や露光、現像、焼成の各工程中に、乾燥、予備反応の目的で、 $50 \sim 300^{\circ}\text{C}$  加熱工程を導入しても良い。

以下に、本発明を実施例を用いて、具体的に説明する。ただし、本発明はこれに限定はされない。なお、実施例、比較例中の濃度 (%) は特にことわらない限り重量 % である。

本発明の実施例および比較例に使用した材料を以下に示す。

ガラス (I) ;

組成 :  $\text{Li}_2\text{O}$  7%,  $\text{SiO}_2$  22%,  $\text{B}_2\text{O}_3$  32%,  
 $\text{BaO}$  4%,  $\text{Al}_2\text{O}_3$  22%,  $\text{ZnO}$  2%,  
 $\text{MgO}$  6%,  $\text{CaO}$  4%

熱物性 : ガラス転移点  $491^{\circ}\text{C}$ 、軟化点  $528^{\circ}\text{C}$ 、  
熱膨張係数  $74 \times 10^{-7}/\text{K}$

粒径 : D10  $0.9 \mu\text{m}$   
D50  $2.6 \mu\text{m}$   
D90  $7.5 \mu\text{m}$   
最大粒径  $22.0 \mu\text{m}$

比表面積 :  $1.92 \text{ m}^2/\text{g}$

屈折率 : 1.59 (g線  $436 \text{ nm}$ )

比重 : 2.54

ガラス(2) ;

組成 :  $\text{Bi}_2\text{O}_3$  38%、 $\text{SiO}_2$  7%、 $\text{B}_2\text{O}_3$  19%、  
 $\text{BaO}$  12%、 $\text{Al}_2\text{O}_3$  4%、 $\text{ZnO}$  20%

熱物性 : ガラス転移点 475℃、軟化点 515℃、  
 熱膨張係数  $7.5 \times 10^{-7} / \text{K}$

粒径 : D10 0.9  $\mu\text{m}$   
 D50 2.5  $\mu\text{m}$   
 D90 3.9  $\mu\text{m}$   
 最大粒径 6.5  $\mu\text{m}$

(白色フィラー粉末)

フィラー ;  $\text{TiO}_2$  、比重 4.61

(ポリマー)

ポリマー(1) ; 40%のメタアクリル酸(MAA)、30%のメチルメタアクリレート(MMA)および30%のスチレン(St)からなる共重合体のカルボキシル基に対して0.4当量のグリシジルメタアクリレート(GMA)を付加反応させた重量平均分子量43000、酸価95の感光性ポリマーの40%γ-ブチロラクトン溶液

ポリマー(2) ; エチルセルロース/テルピネオール=6/94(重量比)の溶液  
 (モノマー)

モノマー(1) ;  $\text{X}_2\text{-N-CH}(\text{CH}_3)\text{-CH}_2\text{-(O-CH}_2\text{-CH}(\text{CH}_3))_n\text{-N-X}_2$

$\text{X: -CH}_2\text{-CH(OH)-CH}_2\text{O-CO-C(CH}_3)_2\text{=CH}_2$

$n = 2 \sim 10$

モノマー(2) ; トリメチロールプロパントリアクリレート・モディファイドPO  
 (光重合開始剤)

IC-369 ; Irgacure-369 (チバ・ガイギー製品)

2-ベンジル-2-ジメチルアミノ-1-(4-モルフォリノフェニル)

ブタノン-1

IC-907 ; Irgacure-907 (チバ・ガイギー製品)

2-メチル-1-(4-(メチルチオ)フェニル)-2-モルフォリノプロパノン

(増感剤)

DET X-S ; 2, 4-ジエチルチオキサントン

(増感助剤)

EPA ; p-ジメチルアミノ安息香酸エチルエステル

(可塑剤)

DBP ; ジブチルフタレート (DBP)

(増粘剤)

SiO ; SiO<sub>2</sub>の酢酸2-(2-ブトキシエトキシ)エチル15%溶液

(有機染料)

スダン ; アゾ系有機染料、化学式C<sub>24</sub>H<sub>20</sub>N<sub>4</sub>O、分子量380.45

(溶媒)

γ-ブチロラクトン

テルピネオール

(分散剤)

ノプロスパス0.92 (サンノプロ社製)

(安定化剤)

1, 2, 3-ベンゾトリアゾール

#### 実施例 1

まず、隔壁用感光性ペーストを作製した。ガラス粉末 (ガラス(I)) 100重量部に対して、有機染料0.08重量部の割合で秤量した。スダンをアセトンに溶解させ、分散剤を加えてホモジナイザで均質に攪拌した。この溶液中にガラス粉末を添加して均質に分散・混合後、ロータリーエバポレータを用いて、100℃の温度で乾燥し、アセトンを蒸発させた。こうして有機染料の膜でガラス粉末の表面が均質にコーティングされた粉末を作製した。

ポリマー(I)、モノマー(I)、光重合開始剤 (IC-369)、増感剤、可塑剤、溶媒を37.5 : 15 : 4.8 : 4.8 : 2 : 7.5の重量比で混合し、均質に溶解させた。その後、この溶液を400メッシュのフィルターを用いて濾過し、有機ビ

ビクルを得た。

上記ガラス粉末と上記有機ビヒクルをガラス粉末：有機ビヒクル＝70：71.6の重量比になるように添加し、3本ローラで混合・分散して、隔壁用の感光性ペーストを調整した。有機成分の屈折率は1.59、ガラス粉末の屈折率は1.59であった。

次に同様にしてガラス(2)：フィラー：ポリマー(2)＝55：10：35の重量比になる誘電体層用ペーストを作製した。この誘電体ペーストをピッチ140 $\mu$ m、線幅60 $\mu$ m、厚み4 $\mu$ mの電極をあらかじめ形成した13インチサイズの旭ガラス社製PD-200ガラス基板上に、325メッシュのスクリーンを用いてスクリーン印刷により、均一に塗布した。その後、80℃で40分乾燥し、550℃で仮焼成して、厚み10 $\mu$ mの誘電体層を形成した。

この誘電体層上に前記隔壁用ペーストを325メッシュのスクリーンを用いてスクリーン印刷により、均一に塗布し塗布膜を形成した。塗布膜にピンホールなどが発生することを回避するために塗布・乾燥を数回以上繰り返し行い、膜厚みの調整を行った。スクリーン版の印刷版は、隔壁パターン長手方向の長さよりも小さく設計したものをを用いた。途中の乾燥は80℃で10分間、塗布膜を形成後の乾燥は80℃で1時間行った。乾燥後の塗布膜厚みは150 $\mu$ mであった。塗布膜端部には、長さ2000 $\mu$ mの傾斜面が形成されていた。

続いて、140 $\mu$ mピッチのストライプ状のネガ型クロムマスクを通して、上面から50mJ/cm<sup>2</sup>出力の超高圧水銀灯で紫外線照射した。露光量は1.0J/cm<sup>2</sup>であった。この際、クロムマスクは隔壁パターンの長さが、前記塗布膜の隔壁長手方向の長さよりも大きいものをを用いた。

次に、35℃に保持したモノエタノールアミンの0.2重量%の水溶液をシャワーで170秒間かけることにより現像し、その後シャワースプレーを用いて水洗浄した。これにより、光硬化していない部分が除去され、ガラス基板上にストライプ状の隔壁パターンが形成された。

このようにして隔壁パターンが形成されたガラス基板を、空气中で570℃で15分間焼成し、隔壁を形成した。焼成前後の隔壁パターン端部の断面形状を、走査型電子顕微鏡（HITACHI製 S-2400）で観察した。評価結果を

表1に記載した。盛り上がり、跳ね上がりのない場合は○、盛り上がり、跳ね上がりがある場合はその内容と数値を記載した。

その結果、Xが2mm、Yが100 $\mu$ m、 $X/Y=20$ であり、本発明の範囲を満足したものであった。また、隔壁端部に跳ね上がり、盛り上がりなく良好なものであった。

このように形成された隔壁間に、赤、青、緑に発光する蛍光体ペーストをスクリーン印刷法を用いて塗布し、これらを焼成（500℃、30分）して隔壁の側面および底部に蛍光体層を形成し、背面板を完成させた。

次に、前面板を以下の工程によって作製した。まず、背面板と同じガラス基板上に、ITOをスパッタ法で形成後、レジストを塗布し、所望のパターンに露光・現像後、エッチング処理して焼成厚み0.1 $\mu$ m、線幅200 $\mu$ mの透明電極を形成した。また、黒色銀粉末からなる感光性銀ペーストを用いて、フォトリソグラフィ法により、焼成後厚み10 $\mu$ mのバス電極を形成した。電極はピッチ140 $\mu$ m、線幅60 $\mu$ mのものを作製した。

さらに、電極形成した前面板上に透明誘電体ペーストを20 $\mu$ m塗布し、430℃で20分間保持して焼き付けた。次に、形成した透明電極、黒色電極、誘電体層を一様に被覆するように電子ビーム蒸着機を用いて、厚み0.5 $\mu$ mのMgO膜を形成して前面板を完成させた。

得られた前面基板を、前記の背面基板と貼り合わせ封着した後、放電用ガスを封入し、駆動回路を接合してプラズマディスプレイを作製した。このパネルに電圧を印加して表示を行った。評価結果を表1に示す。全面に渡って均一な表示が得られた場合は○、誤放電等の問題が見られた場合はその内容を記載した。表1に示すように全面に渡って均一な表示が得られた。

## 実施例2

誘電体層用ペーストを、ガラス(2)、フィラー、ポリマー(2)、モノマー(2)をそれぞれ22.5:2.2:10:10:0.3:1.6の重量比で混合した感光性ペーストとした以外は実施例1と同様にして、ガラス基板上に誘電体層用ペーストを塗布した。乾燥後の厚みは15 $\mu$ mであった。仮焼成を行う代わりに、上面から50mJ/cm<sup>2</sup>出力の超高圧水銀灯で露光量1J/cm<sup>2</sup>で紫外線露光し

た。後は、実施例 1 と同様にプラズマディスプレイを作製した。誘電体層は、隔壁パターン焼成時に同時に焼成された。実施例 1 と同様に評価を行った。結果を表 1 に示す。

#### 実施例 3

隔壁用感光性ペーストをスクリーン印刷で基板上に塗布する際、スクリーン印刷版を、フォトマスクの隔壁パターン長さよりも大きい面積で、厚さ  $5.0 \mu\text{m}$  印刷し、次に実施例 1 と同様のフォトマスクの隔壁パターン長さより小さい印刷面のスクリーン印刷版を用いて、厚さ  $10.0 \mu\text{m}$  印刷した以外は実施例 1 と同様に操作を行った。

パターン形成をおこなったところ、厚さ  $5.0 \mu\text{m}$  の隔壁下層部の端部は直角の形状を成し、厚さ  $10.0 \mu\text{m}$  の隔壁上層部の端部は傾斜しており、第 14 図に示す形状となった。

実施例 1 と同様に焼成したところ、下層部の端部（焼成後  $3.3 \mu\text{m}$  高さとなる）は  $1.0 \mu\text{m}$  の盛り上がりを生じたが、上層部の端部（焼成後  $6.7 \mu\text{m}$  高さとなる）は盛り上がりなく形成できた。上層部が  $6.7 \mu\text{m}$  あるため、下層部の盛り上がりは上層部を越えず、隔壁全体としては問題なく形成できた。後は、実施例 1 と同様にプラズマディスプレイを作製し、評価を行った。結果を表 1 に示す。

#### 実施例 4

隔壁用ペーストを基板上に塗布する際、スリットダイコーターを用いて乾燥前厚み  $25.0 \mu\text{m}$  に塗布し、乾燥する前に内径  $0.4 \text{ mm}$  のノズルを用いて、空気を噴射して塗布膜端部に傾斜面を形成した以外は実施例 1 と同様に隔壁パターンの形成を行った。空気の圧力は  $2.5 \text{ kgf/cm}^2$ 、噴射角度は基板に対し垂線方向から  $4.5^\circ$  傾けて噴射した。後は、実施例 1 と同様にプラズマディスプレイを作製し、評価を行った。結果を表 1 に示す。

#### 実施例 5

塗布膜端部に傾斜面を形成する際、ノズルからの空気の噴射圧を  $0.5 \text{ kgf/cm}^2$  とした以外は実施例 4 と同様にプラズマディスプレイを作製し、評価した。結果を表 1 に示す。

#### 実施例 6



隔壁用ペーストを基板上に塗布した後、80℃で5分乾燥し、内径1.5mmφのノズルから、噴射圧1.0kg/cm<sup>2</sup>で、エチルセルロース/テルピネオール=1/99（重量比）の溶剤を噴射して塗布膜端部に傾斜面を形成した以外は実施例4と同様にプラズマディスプレイを作製し、評価した。結果を表1に示す。

#### 実施例7

塗布膜端部に傾斜面を形成する際、噴射を間隙0.4mmのスリットを用いて行った以外は、実施例4と同様にプラズマディスプレイを作製し、評価した。結果を表1に示す。

#### 実施例8

塗布膜端部に傾斜面を形成する際、塗布膜を80℃で1時間乾燥した後、塗布膜端部を、刃で削り取って傾斜面に加工した以外は実施例4と同様にプラズマディスプレイを作製し、評価した。刃物の刃先端のサイズはφ=30度、その刃を角度Θ=45度で基板に刃物がかぶせるように配置し、5m/sの速度で15μm/回切削した。この操作を5回繰り返し、隔壁上部から75μmを切削した。結果を表1に示す。

#### 実施例9

まず、アルミ基板上に、研削装置を用いてピッチ200μm、線幅30μm、高さ200μmのストライプ状の隔壁原型を形成した。該隔壁原型上にシリコン樹脂を充填して、ピッチ200μm、線幅30μm、高さ200μmのストライプ状の溝が形成されたシリコン型（サイズ300mm角）を作成し、隔壁母型とした。前記において隔壁原型端部に傾斜部を形成することにより、該シリコン樹脂製隔壁母型の端部3mmの長さにわたって傾斜部を有するようにした。

次に、ガラス粉末(1)80.0g、ポリマー(2)20.0g、可塑剤5.0g、テルピネオール2.5gを混合して、3本ローラで混合・分散して、粘度9500cpsの隔壁用ペーストを作成した。

前記のシリコン型にドクターブレードコーターを用いて該隔壁用ペーストを充填した後、400mm角のガラス基板上に転写してシリコン型を剥離することによって、隔壁パターンを形成した。次に、隔壁パターンを形成したガラス基板を、実施例1と同様の焼成条件で焼成することにより隔壁を形成した。

後は、実施例 1 と同様にプラズマディスプレイを作製し、評価を行った。結果を表 1 に示す。

#### 実施例 10

まず、厚み 1 mm の銅板上にエッチング法でピッチ  $200\ \mu\text{m}$ 、線幅  $30\ \mu\text{m}$ 、高さ  $200\ \mu\text{m}$  のストライプ状の溝を形成し、隔壁母型とした。エッチングする際に溝の端部に傾斜部が形成されるようにエッチングを行った。

次に、ガラス粉末 (2) 800 g、ポリマー (2) 150 g、可塑剤 50 g、モノマー (2) 100 g、重合開始剤 (ベンゾイルオキシド) 10 g、溶媒 250 g を混合して、3 本ローラで混合・分散して、粘度 8500 cps の隔壁用ペーストを作成した。

前記の隔壁母型にドクターブレードコーターを用いて該隔壁用ペーストを充填した後、400 mm 角のガラス基板上に押しあてて、 $100^\circ\text{C}$  で 30 分間加熱した。次に、隔壁母型を剥離することによって、隔壁パターンを形成し、隔壁パターンを形成したガラス基板を、実施例 1 と同様の焼成条件で焼成することにより隔壁を形成した。

後は、実施例 1 と同様にプラズマディスプレイを作製し、評価を行った。結果を表 1 に示す。

#### 実施例 11

厚み 1 mm の銅板上にエッチング法でピッチ  $200\ \mu\text{m}$ 、線幅  $30\ \mu\text{m}$ 、高さ  $200\ \mu\text{m}$  のストライプ状の溝を形成し、隔壁母型とした。エッチングする際に溝の端部に角度  $10^\circ$  の傾斜部が形成されるようにエッチングを行った。

実施例 10 と同じ隔壁用ペーストを実施例 4 と同様の操作で基板上に塗布し、乾燥前に前記の隔壁母型をガラス基板上の隔壁用ペースト塗布膜に押しあてて、加圧プレスしながら  $80^\circ\text{C}$  に加熱した。次に、隔壁母型を剥離することによって、隔壁パターンを形成し、隔壁パターンを形成したガラス基板を、実施例 1 と同様の焼成条件で焼成することにより隔壁を形成した。

後は、実施例 1 と同様にプラズマディスプレイを作製し、評価を行った。結果を表 1 に示す。

#### 実施例 12

実施例 1 において隔壁用感光性ペーストを塗布・乾燥した後、隔壁用感光性ペースト塗布膜端部を、溶剤を含ませた布でこすって傾斜面を形成した以外は、実施例 1 と同様にプラズマディスプレイを作製し、評価を行った。結果を表 1 に示す。

#### 比較例 1

用いる刃物の角度  $\phi$  を 80 度にし、塗布層端部の傾斜面の長さを  $35 \mu\text{m}$  にした以外は実施例 8 と同様に隔壁パターンの形成を行った。

本ペーストの塗布膜は焼成により、63%に収縮するため、盛り上がりなく焼成できれば、焼成後は  $X = 35 \mu\text{m}$ 、 $Y = 100 \mu\text{m}$  となり、 $X/Y = 0.35$  となる形状である。

実施例 1 と同様に焼成した結果、隔壁端部に  $80 \mu\text{m}$  の跳ね上がりが生じた。後は、実施例 1 と同様にプラズマディスプレイを作製し、評価を行った。結果を表 1 に示す。表示面周辺部の幅約 10 mm の範囲でクロストークが発生した。

#### 比較例 2

クロムマスクを前記塗布膜の隔壁長手方向の長さよりも小さいものを用いた以外は実施例 1 と同様に隔壁パターンの形成を行った。隔壁パターンの端部は垂直であり、傾斜部は全くなかった。

実施例 1 と同様に焼成した結果、隔壁端部には  $20 \mu\text{m}$  の隆起が生じた。得られた隔壁端部の形状を第 5 図に示す。後は、実施例 1 と同様にプラズマディスプレイを作製し、評価を行った。結果を表 1 に示す。表示面周辺部の幅約 10 mm の範囲でクロストークが発生した。

表 1-1 結果

		実施例 1	実施例 2	実施例 3	実施例 4	実施例 5
焼成前	X ( $\mu\text{m}$ )	2 0 0 0	3 0 0 0	2 0 0 0	2 0 0 0	2 0 0 0
	Y ( $\mu\text{m}$ )	1 5 0	1 5 0	1 0 0	1 2 0	6 0
	塗布膜厚み ( $\mu\text{m}$ )	1 5 0	1 5 0	1 5 0	1 5 0	1 5 0
	Y / 塗布膜厚み	1	1	0. 6 7	0. 5 3	0. 4
焼成後	X ( $\mu\text{m}$ )	2 0 0 0	3 0 0 0	2 0 0 0	2 0 0 0	2 0 0 0
	Y ( $\mu\text{m}$ )	1 0 0	1 0 0	6 7	8 0	4 0
	X / Y	2 0	3 0	2 9. 9	2 5	5 0
	最大角度(度)	6 0	5 5	5 5	2. 3	1. 1
隔壁端部の状態		○	○	○	○	○
跳ね上り高さ ( $\mu\text{m}$ ) (盛り上り高さ)		0	0	0	0	0
放電結果		○	○	○	○	○

表 1-2 結果

		実施例 6	実施例 7	実施例 8	実施例 9	実施例 10
焼成前	X ( $\mu\text{m}$ )	4 0 0 0	5 0 0	1 3 0	2 4 0 0	2 0 0 0
	Y ( $\mu\text{m}$ )	7 5	1 5 0	7 5	2 0 0	2 0 0
	塗布膜厚み ( $\mu\text{m}$ )	1 5 0	1 5 0	1 5 0	2 0 0	2 0 0
	Y / 塗布膜厚み	0. 5	1	0. 5	1	1
焼成後	X ( $\mu\text{m}$ )	4 0 0 0	5 0 0	1 3 0	2 4 0 0	2 0 0 0
	Y ( $\mu\text{m}$ )	5 0	1 0 0	5 0	1 2 0	1 0 0
	X / Y	8 0	5	2. 6	2 0	2 0
	最大角度(度)	0. 7	1 1. 3	3 0	2. 9	2. 9
隔壁端部の状態		○	○	○	○	○
跳ね上り高さ ( $\mu\text{m}$ ) (盛り上り高さ)		0	0	0	0	0
放電結果		○	○	○	○	○

表 1-3 結果

		実施例 11	実施例 12	比較例 1	比較例 2
焼成前	X ( $\mu\text{m}$ )	5 7 0	5 0 0 0	3 5	0
	Y ( $\mu\text{m}$ )	2 0 0	1 5 0	1 5 0	—
	塗布膜厚み ( $\mu\text{m}$ )	2 0 0	1 5 0	1 5 0	1 5 0
	Y / 塗布膜厚み	1	1	1	—
焼成後	X ( $\mu\text{m}$ )	5 7 0	5 0 0 0	計測不可	計測不可
	Y ( $\mu\text{m}$ )	1 0 0	1 0 0	計測不可	計測不可
	X / Y	5. 7	5 0	計測不可	計測不可
	最大角度(度)	1 0	1. 1	8 0	計測不可
隔壁端部の状態		○	○	跳ね上り	盛り上り
跳ね上り高さ ( $\mu\text{m}$ ) (盛り上り高さ)		0	0	8 0	2 0
放電結果		○	○	端部クロストーク	端部クロストーク

### 産業上の利用の可能性

本発明の隔壁端部形状を有することによって、端部の跳ね上がり、盛り上がりのないプラズマディスプレイが得られる。これによって、端部で誤放電の生じない、全面にわたって均一な表示のできるプラズマディスプレイを提供することができる。本発明のプラズマディスプレイは大型のテレビやコンピューターモニターに用いることができる。

## 請求の範囲

1. 基板上に誘電体層およびストライプ状隔壁が形成されたプラズマディスプレイであって、該隔壁の長手方向端部に傾斜部を有し、かつ、該傾斜部の高さ（Y）および該傾斜部の底辺の長さ（X）が下記の範囲にあることを特徴とするプラズマディスプレイ。

$$0.5 \leq X/Y \leq 100$$

2. 傾斜部の底辺の長さ（X）が0.05～10mmであることを特徴とする請求項1記載のプラズマディスプレイ。

3. 傾斜部の傾斜角が0.5～60度であることを特徴とする請求項1記載のプラズマディスプレイ。

4. 基板上に誘電体層およびストライプ状隔壁が形成されたプラズマディスプレイの製造方法であって、無機材料と有機成分からなる隔壁用ペーストを用いて、端部に傾斜部を有するストライプ状隔壁パターンを基板上に形成する工程および該隔壁パターンを焼成する工程を経て、隔壁の長手方向端部に傾斜部を有し、かつ、該傾斜部の高さ（Y）および該傾斜部の底辺の長さ（X）が下記の範囲にあるストライプ状隔壁を形成することを特徴とするプラズマディスプレイの製造方法。

$$0.5 \leq X/Y \leq 100$$

5. 隔壁用ペーストを端部に傾斜面を有するように基板上に塗布して塗布膜を形成する工程、該塗布膜の傾斜面が長手方向端部になるようにストライプ状隔壁パターンを形成する工程、および該隔壁パターンを焼成する工程を経て、ストライプ状隔壁を形成する請求項4記載のプラズマディスプレイの製造方法。

6. 隔壁用ペーストを基板上に塗布して塗布膜を形成する工程、該塗布膜を加工して傾斜面を形成する工程、該塗布膜の傾斜面が長手方向端部になるようにストライプ状隔壁パターンを形成する工程、および該隔壁パターンを焼成する工程を経て、ストライプ状隔壁を形成する請求項4記載のプラズマディスプレイの製造方法。

7. 塗布膜を加工して傾斜面を形成する工程を、塗布膜に流体を噴射することに

より行う請求項 6 記載のプラズマディスプレイの製造方法。

8. 噴射する流体が気体である請求項 7 記載のプラズマディスプレイの製造方法。

9. 塗布膜を加工して傾斜面を形成する工程を、塗布膜を切削することにより行う請求項 6 記載のプラズマディスプレイの製造方法。

10. 隔壁用ペーストが感光性隔壁用ペーストであり、隔壁パターンを形成する工程において、前記隔壁用ペースト塗布膜を傾斜面を端部とした塗布膜長さより長いストライプ状パターンを有するフォトマスクを通して露光し、現像することによりストライプ状隔壁パターンを形成する請求項 5 または請求項 6 記載のプラズマディスプレイの製造方法。

11. 無機材料と有機成分からなる隔壁用ペーストをストライプ状の溝を形成した隔壁母型に充填する工程、該隔壁母型に充填された隔壁用ペーストを基板上に転写する工程、該隔壁用ペーストを焼成する工程をこの順で含む請求項 4 記載のプラズマディスプレイの製造方法。

12. 無機材料と有機成分からなる隔壁用ペーストを基板上に塗布して塗布膜を形成する工程、該塗布膜にストライプ状の溝を形成した隔壁母型を押し当てて隔壁パターンを形成する工程、該隔壁パターンを焼成する工程をこの順で含む請求項 4 記載のプラズマディスプレイの製造方法。

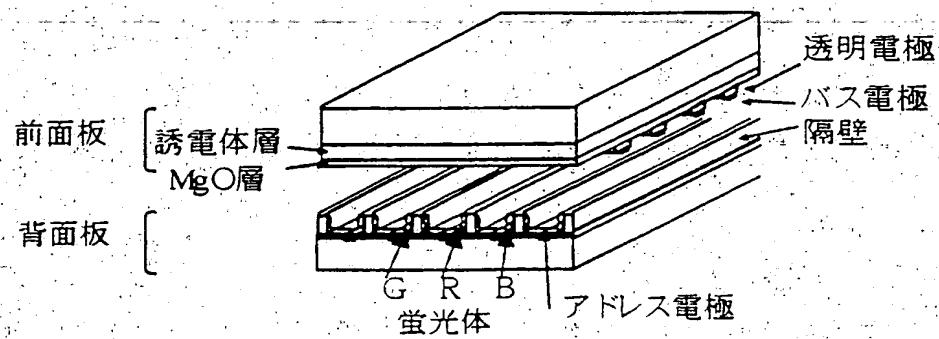
13. 焼成前の傾斜部の高さ ( $Y'$ ) と傾斜部の長さ ( $X'$ )、隔壁用ペーストの焼成による収縮率 ( $r$ ) が下記の関係にある請求項 4 記載のプラズマディスプレイの製造方法。

$$0.5 \leq X' / (r \times Y') \leq 100$$

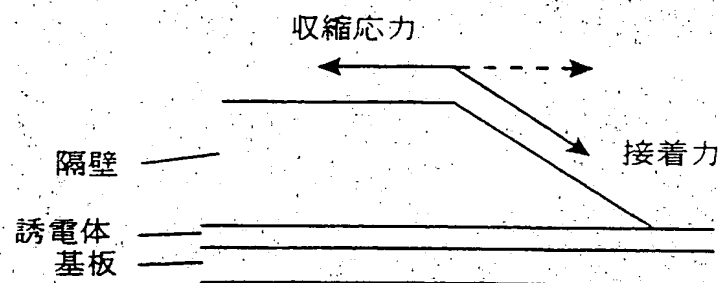
14. 焼成前の傾斜部の高さ ( $Y'$ ) が焼成前の隔壁パターン高さの 0.2 ~ 1 倍である請求項 4 記載のプラズマディスプレイの製造方法。

15. 基板上に無機材料と有機成分からなる誘電体ペースト塗布膜を形成し、その上に隔壁用ペーストを用いてストライプ状隔壁パターンを形成した後に、前記誘電体ペースト塗布膜と隔壁パターンを同時に焼成する請求項 4 記載のプラズマディスプレイの製造方法。

第1図

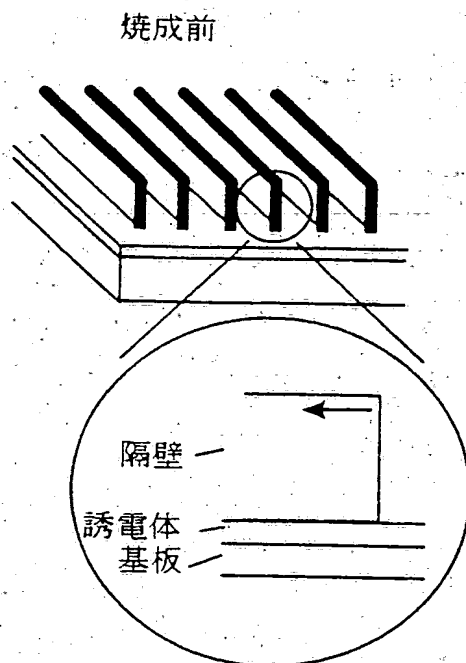


第2図

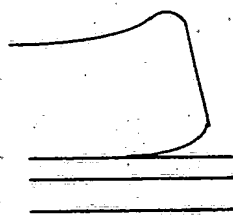




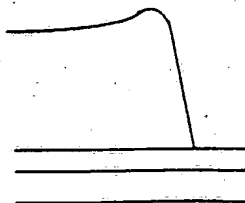
第3図



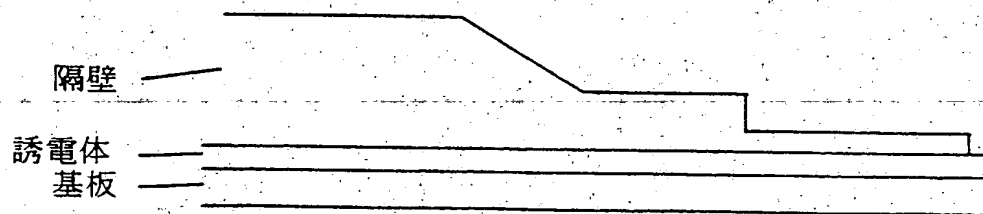
第4図



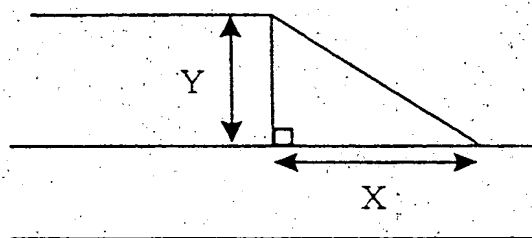
第5図



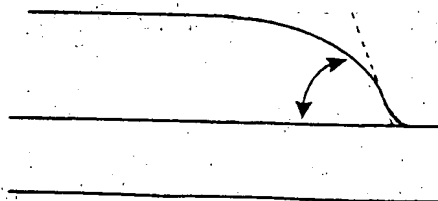
第6図



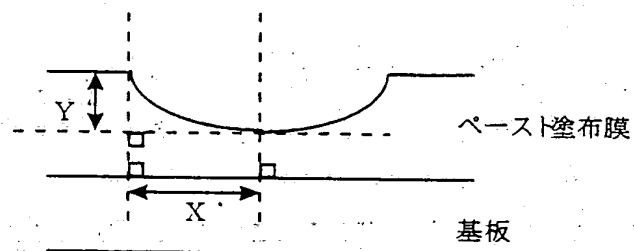
第7図



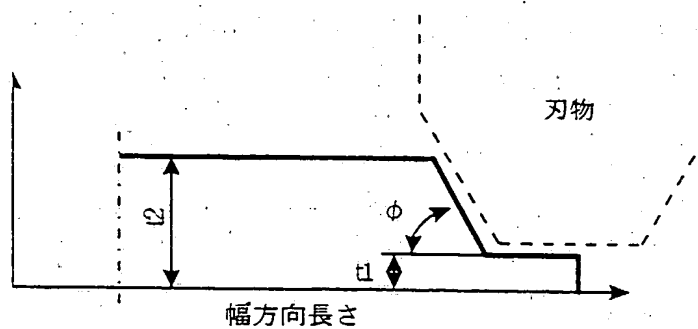
第8図



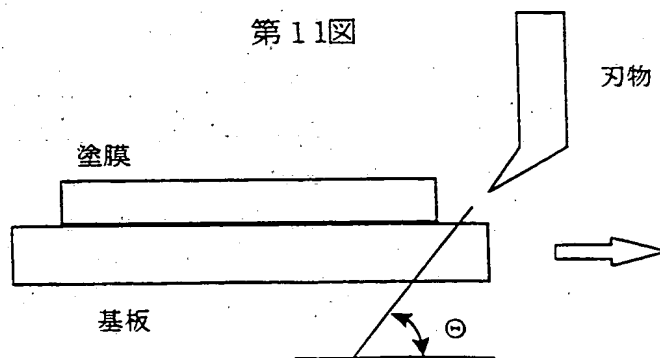
第9図



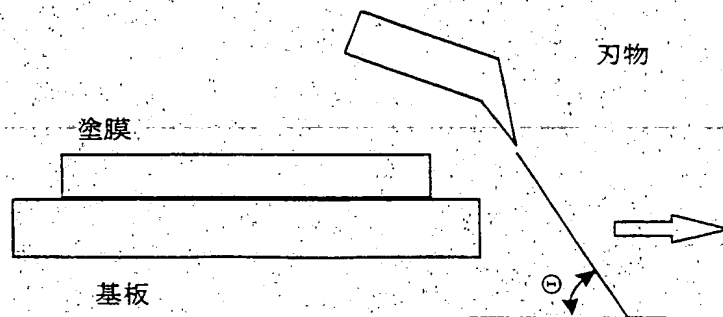
第10図



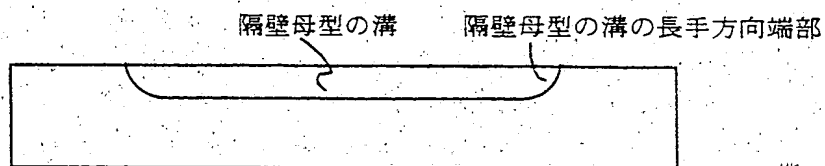
第11図



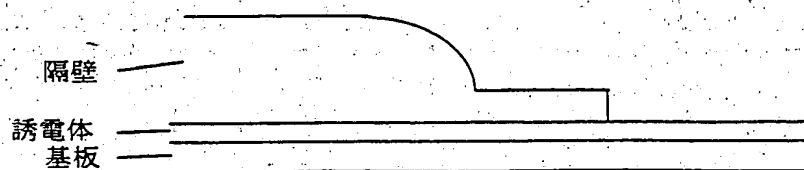
第12図



第13図



第14図



## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP98/03825

## A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl<sup>6</sup> H01J11/00, 9/02

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

## B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

Int.Cl<sup>6</sup> H01J11/00, 17/49, 9/02

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1926-1996	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-1998
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-1998	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-1998

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
P, X	JP, 10-188791, A (Fujitsu Ltd.), 21 July, 1998 (21. 07. 98), Specification as a whole ; Figs. 7, 8, 9 (Family: none)	1-4, 6-7, 9, 14-15
E, A	JP, 10-302616, A (Kyocera Corp.), 13 November, 1998 (13. 11. 98), Figs. 2, 7 (Family: none)	12
P, A	JP, 9-320475, A (Fujitsu Ltd.), 12 December, 1997 (12. 12. 97), Specification as a whole ; Fig. 3 (Family: none)	1-15
A	JP, 9-102275, A (Fujitsu Ltd.), 15 April, 1997 (15. 04. 97), Claim 4 ; Par. Nos. [0020], [0022] (Family: none)	1-15

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C.☐ See patent family annex.

\* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier document but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search  
18 November, 1998 (18. 11. 98)

Date of mailing of the international search report  
1 December, 1998 (01. 12. 98)

Name and mailing address of the ISA/  
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

Form PCT/ISA/210 (second sheet) (July 1992)

## 国際調査報告

国際出願番号 PCT/J.P.98/03825

## A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl.<sup>8</sup> H01J11/00, 9/02

## B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl.<sup>8</sup> H01J11/00, 17/49, 9/02

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報 1926-1996年

日本国公開実用新案公報 1971-1998年

日本国登録実用新案公報 1994-1998年

日本国実用新案登録公報 1996-1998年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

## C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
P, X	J P, 10-188791, A (富士通株式会社) 21. 7月. 1998 (21. 07. 98) 明細書全体、図7、図8、図9 (ファミリーなし)	1-4, 6-7, 9, 14 -15
E, A	J P, 10-302616, A (京セラ株式会社) 13. 11月. 1998 (13. 11. 98) 図2、図7 (ファミリーなし)	12

☒ C欄の続きにも文献が列挙されている。☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

## \* 引用文献のカテゴリー

「A」 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの

「E」 先行文献ではあるが、国際出願日以後に公表されたもの

「L」 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)

「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献

「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの

「X」 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの

「Y」 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの

「&amp;」 同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

18. 11. 98

国際調査報告の発送日

01.12.98

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/J.P.)

郵便番号100-8915

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

小川 浩史

2G

9114

電話番号 03-3581-1101 内線 3226

様式PCT/ISA/210 (第2ページ) (1992年7月)

C (続き) 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリ*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
P, A	J P, 9-320475, A (富士通株式会社) 12. 12月. 1997 (12. 12. 97) 明細書全体、図3 (ファミリーなし)	1-15
A	J P, 9-102275, A (富士通株式会社) 15. 4月. 1997 (15. 04. 97) 請求項4、段落番号【0020】、【0022】 (ファミリーなし)	1-15

